

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

На правах рукопису
УДК 51-77

До захисту допущено
В. о. завідувача кафедри ММСА
О.Л.Тимошук
«___» _____ 2019 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 124 Системний аналіз
на тему: «Вплив розширення ринку електромобілів на економіку України в
розрізі сталого розвитку»

Виконав:

студент II курсу, групи КА-82 мп
Косташ Тетяна Володимирівна

Керівник: доцент кафедри ММСА
к.ф.-м.н, доц. Шубенкова І.А.

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань
Студент _____

Київ
2019

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 97 с., 45 табл., 14 рис. та 23 джерела.

Об'єкт дослідження – український ринок електромобілів.

Предметом дослідження є методи прогнозування для фінансового аналізу впровадження електромобілів на ринку України та оцінки впливу на економіку.

Мета дипломної роботи - за допомогою використання широкого спектру методів оцінювання провести оцінку впливу імплементації електромобілів на торговельний баланс України, розрахувати витрати кінцевого споживача, що володіє електромобілем, а також оцінити зміну потреби у паливі при різних сценаріях імплементації електромобілів.

У роботі проведено аналіз існуючих моделей та методів оцінювання впливу імплементації електромобілів в Україні, моделей та методів прогнозування. В ході виконання дипломної роботи було розроблено допоміжне програмне забезпечення для підрахунку оцінки впливу на торговельний баланс.

При виконанні подальших досліджень доцільно використати інші методи прогнозування, та використати більшу кількість параметрів імпорту товарів, що відносяться до автомобілів.

ЕЛЕКТРОМОБІЛІ, ПРОГНОЗУВАННЯ, АВТОРЕГРЕСІЯ,
ТОРГОВЕЛЬНИЙ БАЛАНС, СТАЛИЙ РОЗВИТОК.

ABSTRACT

Thesis: 97 p., 45 tables, 14 figures and 23 sources.

The object of the study the Ukrainian market of electric vehicles.

The subject of the study is forecasting methods for financial analysis of the introduction of electric vehicles in the Ukrainian market and assessment of the impact on the economy.

The aim of the diploma work is to use the wide range of assessment methods to evaluate the impact of the implementation of electric vehicles on the trade balance of Ukraine, to calculate the costs of the end-user owning the electric vehicle, and to assess the change in the need in fuel with different scenarios of implementation of electric vehicles.

The paper analyzes the existing models and methods of assessing the impact of electric vehicles' implementation in Ukraine, models and forecasting methods. In the course of the diploma thesis, auxiliary software was developed to calculate the impact assessment on the trade balance.

When performing further research, it is advisable to use other forecasting methods and to use more import parameters for car-related products.

ELECTRIC VEHICLES, FORECASTING, AUTOREGRESSION,
TRADE BALANCE, SUSTAINABLE DEVELOPMENT.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ЕЛЕКТРОМОБІЛІ ТА ЇХ МІСЦЕ У СВІТОВІЙ ЕКОНОМІЦІ ТА ЕКОНОМІЦІ УКРАЇНИ	11
1.1 Роль електромобілів у світі	11
1.2 Переваги та недоліки електромобілів	13
1.3 Світові практики поширення електромобілів	13
1.4 Державна підтримка розвитку електротранспорту в Україні.....	15
1.5 Стан розвитку мережі зарядних станцій для електромобілів в Україні	16
1.6 Наявна кількість електромобілів в Україні	20
1.7 Екологія та сталий розвиток	21
1.8 Висновки до розділу 1	23
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	24
2.1 Методи побудови математичної моделі	24
2.1.1 Різницеві рівняння.....	24
2.2 Методи апроксимації та прогнозування	26
2.2.1 Метод найменших квадратів.....	26
2.2.2 Прогнозування динаміки процесів за допомогою різницевих рівнянь ..	29
2.2.2.1 Прогнозування без розв’язку і на основі розв’язку рівнянь	29
2.2.2.2 Прогнозування без розв’язку рівнянь	29
2.3 Побудова математичних моделей для ціни на паливо	32
2.3.1 Вхідні дані.....	32
2.3.2 Модель динаміки цін на паливо	33
2.3.3 Побудова короткострокового прогнозу на 3 роки для цін на паливо.....	37
2.4 Побудова математичних моделей для цін на автомобілі на базі ДВЗ	39
2.4.1 Вхідні дані.....	39
2.4.2 Модель динаміки цін на автомобілі на базі ДВЗ	39
2.4.3 Побудова короткострокового прогнозу на 3 роки для цін на автомобілі на базі ДВЗ	42
2.5 Висновки до розділу 2	44

РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ НА ЕКОНОМІКУ УКРАЇНИ	45
3.1 Розрахунок вартості проїзду на електромобілі на 1 км.....	45
3.2 Вплив впровадження електромобілів на електромережу України	46
3.3 Вплив впровадження електромобілів на торговельний баланс України...	47
3.3.1 Імпорт автомобілів	48
3.3.2 Вплив на баланс торгівлі	48
3.3.3 Імпорт, пов'язаний з обслуговуванням	50
3.3.4 Імпорт бензину	51
3.3.5 Імпорт автомобілів	55
3.3.6 Чистий вплив заміщення EV	57
3.3.7 Опис програмного продукту	57
3.3.8 Отримані результати	58
3.3.9 Необхідна ціна на EV.....	60
3.3.10 Сценарії імпорту EV	61
3.4 Вплив електромобілів на потребу у паливі	69
3.5 Висновки до розділу 3	71
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ.....	73
4.1 Опис ідеї.....	73
4.2 Технологічний аудит ідеї стартап-проекту	75
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	76
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	85
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	89
4.6 Висновки до розділу	94
ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	95
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	96

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

МНК – метод найменших квадратів

АР – Авто регресія

АРКС – Авто регресія з ковзним середнім

EV – Eelectric vehicles – електромобілі

ICE - Internal Combustion Engines – двигуни внутрішнього згорання

МЕА – Міжнародне енергетичне агенство

ДВЗ - двигуни внутрішнього згорання

ВСТУП

Попри те, що протягом останніх років було розроблено цілий ряд чистих технологій і палива для транспортних засобів, електромобілі є одним з найбільш перспективних: електрифікація автомобільного парку країни, здається, є ключовим фактором для сприяння більш стійкого та більш розумного росту. Автомобілі з електроприводом - найкращий технологічний шлях для скорочення споживання нафти, що призводить до збільшення енергетичної безпеки внаслідок диверсифікації паливних сумішей та зменшення зовнішньої залежності від нафти, а отже, до зменшення імпорту нафти. Е-мобільність також впливає на навколишнє середовище, оскільки використання електричних транспортних засобів (EV) може зменшити викиди CO₂ та інших речовин, що заруднюють середовище. Крім того, ця зелена і свіжа технологія може також стимулювати інновації і, як наслідок, створювати нові галузі і робочі місця, що сприятиме економічному зростанню.

Ця дисертація пропонує оцінити економічну та екологічну життєздатність електротранспорту в Україні. Таким чином, перша мета полягає в тому, щоб визначити, чи електричні автомобілі є привабливим варіантом для споживачів сьогодні через визначення точок, в яких EV стають привабливішими для споживачів, аніж звичайні автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння. Інша мета полягає в тому, щоб проаналізувати, чи є ця технологія автомобіля кращим вибором для суспільства шляхом оцінки чистого впливу не тільки на власників, але і на інші аспекти, особливо на торговельний баланс України.

Лише за допомогою цих чітко визначених метрик можна визначити та впровадити ефективні плани політики та стимули.

Актуальність дослідження: через дефіцит енергоресурсів та інтенсивне забруднення навколишнього середовища, електромобілі, як інноваційні транспортні засоби, є найбільш перспективними транспортними засобами.

Робота складається з чотирьох розділів.

Перший розділ присвячений огляду ринку електромобілів, а саме: розглянуто кількісний склад електромобілів в Україні на світі, розглянуто методи державної підтримки електромобілів в світі та в Україні.

У другому розділі описаний метод прогнозування динамічних процесів, побудовано модель для прогнозування такої процесів як, ціни на паливо та ціни на автомобілі, розраховано прогнозні значення для вищеписаних процесів.

Третій розділ присвячено оцінці впливу впровадження електромобілів на економіку України. Проводиться оцінювання наскільки економічно ефективними є електромобілі для кінцевого споживача, який вплив повне заміщення автівок на базі ДВЗ електромобілями має на торговельний баланс, а також який вплив різні сценарії впровадження електромобілів мають на потребу у паливі.

У четвертому розділі описано ідею стартап-проекту. Проведено технологічний аудит ідеї проекту та аналіз ринкових можливостей його запуску.

РОЗДІЛ 1 ЕЛЕКТРОМОБІЛІ ТА ЇХ МІСЦЕ У СВІТОВІЙ ЕКОНОМІЦІ ТА ЕКОНОМІЦІ УКРАЇНИ

1.1 Роль електромобілів у світі

Електромобілі продовжать займати все більш значуще місце у світовій автоіндустрії. За підсумками 2016 року світовий продаж електромобілів перевищили 750 тис. одиниць (хоча ще у 2010 році вони становили менш як 7 тис.), а їх кількість перевищила 2 млн одиниць. Однак навіть в країнах, де в основному зосереджені продажі електромобілів, їх частка в структурі авторинку становить лише 1,1%, а в автопарку - 0,2%. При цьому темпи приросту продажів електромобілів поступово скорочуються. У 2016 році вони знизилися до 38% відносно 2015 року, хоча у 2010 році суттєво перевищували 50% [1].

Поки основний обсяг продажів електромобілів зосереджений в обмеженій кількості країн. За даними МЕА, на 5 країн припадає 80% загального обсягу продажів електромобілів в світі. У 2010 році основними ринками продажів електромобілів були США, Японія і Норвегія, але в 2016 році за цим показником на перше місце вийшов Китай, що володіє авторинком, що найбільш динамічно розвивається у світі. Навіть більше, з 2016 року ця країна стала володіти найбільшим в світі автопарком електромобілів, випередивши США. У 2016 році електромобілі перевищили рівень в 1% від загального обсягу продажів легкових автомобілів лише в Норвегії (28,8%), Нідерландах (6,4%), Швеції (3,4%), Франції (1,5%), Великобританії (1,4%) і Китаї (1,4%) [2].

Поступове зниження вартості і підвищення місткості акумуляторів роблять електромобілі все більш перспективним видом транспорту, проте основним драйвером зростання ринку електромобілів в світі як і раніше залишається державна підтримка. Прикладом тому служить обвал продажів електромобілів в Данії в 2016 році після скасування податкових послаблень

для електромобілів. Разом з тим державна політика багатьох країн щодо стимулювання ринку електромобілів в останні роки збереглася. На додаток до цього, уряди все частіше озвучують конкретні терміни припинення продажів автомобілів на базі ДВЗ на користь електромобілів. Так, влітку 2017 року, Франція і Великобританія оголосили, що до 2040 року вони відмовляться від продажів автомобілів на бензинових і дизельних двигунах. Причому Великобританія планує заборонити навіть продаж гібридів. Дискусії з приводу відмови від продажів традиційних автомобілів в найближчі десятиліття також ведуться в Норвегії, Нідерландах, Індії і Китаї. Все це робить явище електромобілізації все більш вагомою причиною для переглядів прогнозів розвитку енергетики, а експерти все частіше визнають, що недооцінювали її потенційний вплив на попит на енергоресурси [2].

За оцінками МЕА, в залежності від сценарію реалізації кліматичної політики в світі до 2030 року автопарк електромобілів може досягти 55-200 млн одиниць. У сценарії 2DS, що передбачає обмеження зростання глобального потепління з 50% ймовірністю на 2 °С, світовий парк електромобілів перевищить 150 млн одиниць, що становитиме 10% від загального числа легкових автомобілів, а до 2060 року досягне 1,2 млрд одиниць, або 60% автопарку. Аналітики Bloomberg New Energy Finance очікують, що до 2040 року електромобілі займуть 54% ринку нових автомобілів і 33% світового автопарку [3].

Bloomberg вважає, що поширення електромобілів до 2040 року скоротить попит на нафту на 8 млн бар./день і вони забезпечать 5% глобального попиту на електроенергію.

У сценарії 2DS МЕА передбачається, що автопарк електромобілів буде формувати до 1,5% від загального попиту на електроенергію до 2030 року, що складе лише 6% від загального приросту попиту на електроенергію. При цьому в багатьох енергосистемах, особливо великих міст, будуть потрібні великі перетворення в роботі розподільних мереж, впровадження систем зберігання енергії та оптимізації пікових навантажень.

1.2 Переваги та недоліки електромобілів

Електромобілі набули такої популярності у світі через низку переваг над автомобілями на базі ДВЗ. Як основні плюси електромобілів можна виокремити такі:

- менш вартісна заправка та можливість заряджатися від простої розетки (у середньому електромобілі споживають 12 кВт на 100 км);
- менш вартісний ремонт, внаслідок простоти конструкції (адже в електромобілі відсутні ДВЗ та різноманітні насоси);
- екологічність внаслідок відсутності шкідливих викидів CO₂;
- відсутність шуму, що продукується роботою авто на базі ДВЗ [4].

Проте, електромобілі мають й низку недоліків:

- більш висока ціна, у порівнянні з автомобілем того ж класу, але на базі ДВЗ;
- лімітована дистанція пробігу на одному підзаряді;
- розвинена на середньому рівні інфраструктура (станції підзарядок), через що підзарядка може займати досить багато часу;
- ціна акумулятора складає приблизно половину вартості електромобіля [4].

1.3 Світові практики поширення електромобілів

Найбільш ефективними заходами стимулювання розвитку електромобілів в різних дослідженнях заведено вважати пільги і знижки при покупці [3]. Оскільки однією з основних перешкод для більш широкого використання даного виду транспорту є його висока вартість, то заходи, спрямовані на зниження одноразового платежу при купівлі електромобіля,

безсумнівно, є дієвими. Однак останні роботи про ефективність різних стимулюючих заходів, що проводяться в країнах, які вже мають досвід досить успішного розвитку електромобільного транспорту, показують, що заходи, спрямовані на зниження вартості експлуатації або підвищення зручності використання електромобіля, також мають високий ступінь ефективності [5]. Тому в даний час кожна країна вибирає свою схему підтримки розвитку електромобільного транспорту. Розглянемо конкретні приклади стимулюючих заходів, спрямованих на зниження повної вартості (покупки і експлуатації) електромобіля, що діють в різних країнах.

Китай. Купівля електромобіля (EV) звільняється від податку з продажів і акцизного збору. Сума податкових пільг розраховується індивідуально з урахуванням типу, об'єму двигуна і вартості автомобіля і коливається в межах від 6 000 дол. США до 10 000 дол. США. Крім того, електромобілі не обкладаються податком на майно.

Крім пільг на національному рівні, місцева влада деяких міст вводить власні заходи стимулювання населення до переходу на електромобілі. Так, в м. Ухань, починаючи з 2014 р проїзд на електромобілі по платних ділянках міських доріг, мостів і тунелів здійснюється на безоплатній основі.

Франція. С 2013 року в країні діє програма часткового субсидування купівлі електромобіля. Сума субсидій при купівлі електромобіля становить 6 300 євро (7 100 дол. США). Здача в утилізацію дизельного транспортного засобу дозволяє отримати при покупці EV додаткові бонуси в 10 000 євро (11 000 дол. США). Крім того, електромобілі не підлягають оподаткуванню в разі, якщо вони є власністю будь-якої компанії.

Нідерланди. З 2016 р власники автомобілів з нульовим викидом CO₂ повністю звільняються від сплати реєстраційного податку. Що стосується заходів, що діють на етапі експлуатації, то до них можна віднести звільнення автомобілів з нульовим викидом від сплати транспортних податків.

Норвегія. Електромобілі не обкладаються податком на покупку, сума якого в середньому становить близько 100 000 норвезьких крон (12 000 дол.

США), а також не обкладаються ПДВ, сума якого встановлюється в розмірі 25% від вартості транспортного засобу до оподаткування[6]. Для скорочення витрат на етапі експлуатації норвезьким законодавством передбачено звільнення власників електромобілів від плати за проїзд через мости, тунелі та інші ділянки платної транспортної мережі.

1.4 Державна підтримка розвитку електротранспорту в Україні

З 1 січня 2018 року імпортовані електромобілі перестали обкладатись акцизом і податком за додану вартість (ПДВ) при розмитненні. До цього в 2016 році Верховна Рада також обнулила імпортне мито. За оцінкою операторів ринку, сумарна лібералізація "зелених" податків знизила загальну вартість електромобіля в Україні до 30%. Це активізувало імпорт "зелених" авто. Пільговий період діяв до кінця 2018 року. У кінці листопада ВР повернула акциз на електромобілі, але продовжила скасовувати сплату ПДВ при ввезенні електромобілів на чотири роки - до 1 січня 2023 року [7].

Таким чином, з 1 січня 2019 року рік не стягується ПДВ при ввезенні електрокарів, а стягується акциз в розмірі 1 євро за 1 кВт ємності акумулятора. Це означає, що акциз електромобіля Tesla, складе 100 євро, на Nissan Leaf - 35-40 євро.

Єдиний збір, від якого не звільняються власники екологічних авто - відрахування до Пенсійного фонду в розмірі 4,8% при реєстрації автомобіля.

З огляду на, що в Україні найбільші в Європі сировинні запаси літію, а власного виробництва електромобілів немає, не виключено, що ідея податкових преференцій дасть свої плоди.

Зокрема, чиновники пропонують тимчасово звільнити:

- від ПДВ операції із ввезення комплектуючих для виробництва електротранспорту;

- від податку на прибуток літій-видобувні підприємства, які виробляють і продають батареї (акумулятори) для електротранспорту;
- від сплати акцизного податку операції з імпорту кузовів (включаючи кабіни) для виробництва електротранспорту;
- від ввізного мита на комплектуючі для виробництва автівок, на базі електричного двигуна (до 31 грудня 2028 г.) [8].

Не обійшли стороною і звичайних покупців. Хоча в цей раз преференції вже не такі вагомі, як при скасуванні ПДВ і акцизу. Фізосіб, які купили собі електрокар, також тимчасово пропонують:

- звільнити від збору на обов'язкове державне пенсійне страхування;
- включити до податкової знижки кошти, витрачені на придбання електрокара або переобладнання машини з ДВЗ в екомобіль.

Крім цього, чиновники планують зобов'язати кожен парковку обладнати не менше 5% місць зарядними станціями для електротранспорту. Що явно буде не зайвим, враховуючи нинішній стан справ - зарядок хоч і стає з кожним роком все більше, попит на них вище, ніж пропозиція. А там, де вони особливо потрібні (у торгових- і бізнес-центрах) їх часто і зовсім немає. А ось заявлена раніше чиновниками норма про безкоштовну парковку для кожного електромобіля в новій ініціативі відсутня. За підрахунками українських законодавців, впровадження розроблених норм допоможе збільшити частку екологічного транспорту в Україні до 20-25% в найближчі десять років. Як розповіли UBR.ua продавці, вже зараз українці все частіше цікавляться електрокарами через зростання цін на паливо, а передбачені в законопроектах знижки тільки заохотять їх до покупки електромобілів [9].

1.5 Стан розвитку мережі зарядних станцій для електромобілів в Україні

Україна - один зі світових лідерів за приростом парку електромобілів. Цим ми зобов'язані податковим пільгам на імпорт машин з електродвигуном. Можна припустити, що надалі парк електромобілів в нашій країні продовжить

рости. На цьому тлі все гостріше відчувається нестача зарядних станцій. Розвиток інфраструктури зарядок вимагає чималих інвестицій. Кількість зарядних станцій зростає значно повільніше, ніж число електрокарів. Хоча й варто зазначити доволі непоганий темп розвитку кількості станцій для зарядки електромобілів, за 5 років кількість зарядок збільшилась у 60 раз. Наразі на кожну зарядну точку припадає 4 електромобілі.

Скріншот із сайту plugshare.com, ресурсу, що містить мапу зарядних станцій для електромобілів станом на середину 2019 року показано на рис. 1.1 [11].

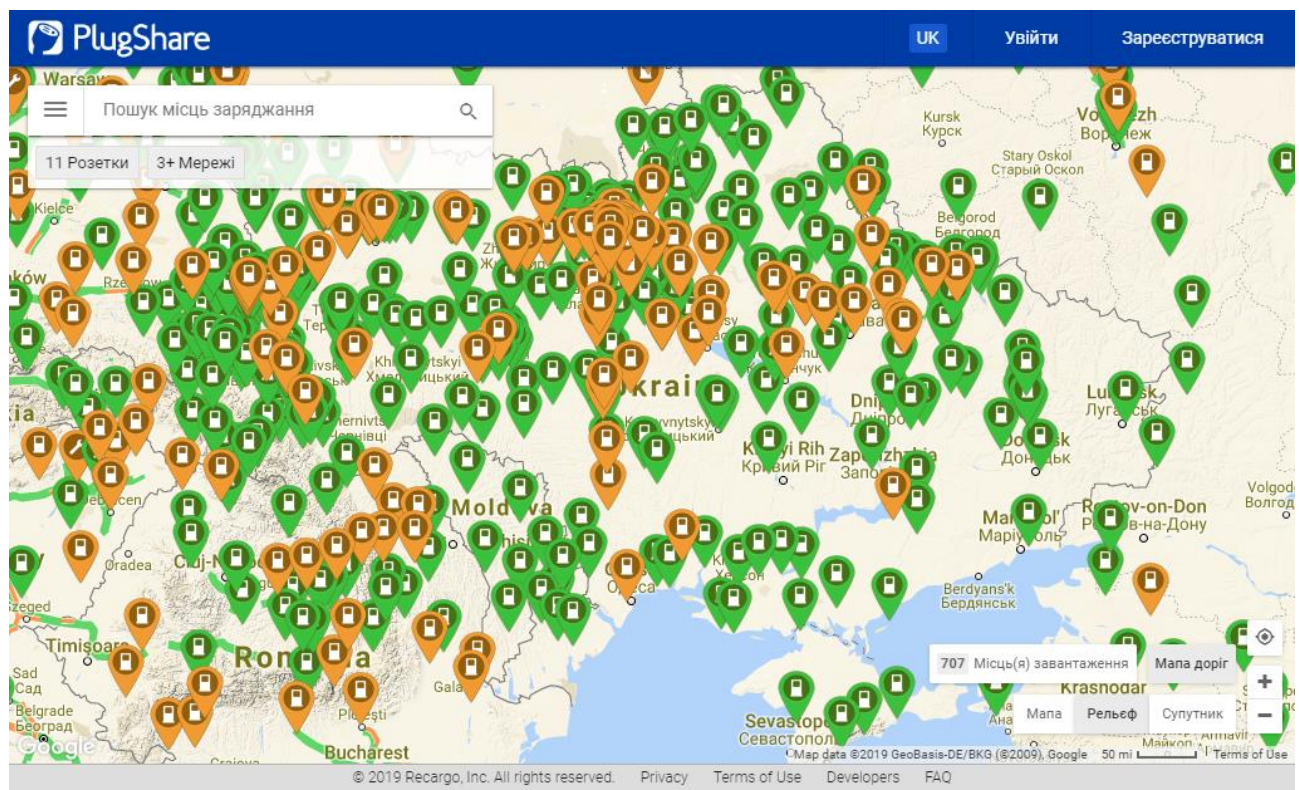


Рисунок 1.1 – Мапа поширення зарядних станцій для електромобілів
За даними сервісу PlugShare, на середину 2019 року в Україні
налічувалося станцій табл.1.1:

- 172 побутові (207 точок доступу);
- 1 773 публічні зарядні станції (3 685 пунктів);
- 109 з обмеженим доступом (177 пунктів).

Таблиця 1.1 Статистика кількості зарядних станцій в Україні за типами

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Загальна кількість станцій
1. Побутові							
<i>К-ть станцій</i>	1	10	34	56	58	13	172
<i>К-ть пунктів</i>	1	10	36	66	76	18	207
2. Публічні							
<i>К-ть станцій</i>	33	40	251	477	803	169	1773
<i>К-ть пунктів</i>	36	70	512	937	1785	345	3685
3. З обмеженим доступом							
<i>К-ть станцій</i>	1	9	15	35	44	5	109
<i>К-ть пунктів</i>	1	16	31	52	68	9	177
Загальна кількість станцій	35	59	300	568	905	187	2054
Загальна кількість пунктів	38	96	579	1055	1929	372	4069

Начебто багато. Однак значна частина українських зарядних станцій - по суті, побутові розетки потужністю до 3 кВт. Або слабенькі термінали до 7 кВт. Зарядка на них займає кілька годин. А найбільш потужні станції, до 50 кВт, зарядка на яких відбувається за 30-40 хв., найчастіше виявляються зайняті.

Серед представників великого бізнесу є мережа зарядок STRUM. Її запустили в 2018 році. Зараз мережа нараховує 23 станції. Три з них - на одеській трасі, 4 - на львівській і зовсім недавно з'явилося 3 - на дніпровській трасі до Полтави. Ще одинадцять - в Києві та по одній в Одесі, Житомирі та Львові. Швидкісні зарядні станції розміщені на відстані від 75 до 155 км один від одного. Таким чином кожен електрокар, навіть найпопулярніший в Україні Nissan Leaf, зможе доїхати до Одеси відносно швидко.

Втім, енергетичному гіганту далеко до лідера країни за кількістю станцій - партнерської мережі компаній Auto Enterprise і "Електро Україна". Сумарно вони мають у своєму розпорядженні більш ніж 1,5 тис. Зарядок. Їх станції встановлені не тільки в містах-мільйонниках, але і в невеликих містечках.

Претендує на звання національної мережі електрозаправок і мережу ТОКА. Перші їх зарядки відкрилися в 2014 році в Києві і Одесі, а зараз їх загальне число досягло 145. Проте велика частина станцій і раніше зосереджена в Києві та Одесі - 60 і 29 станцій відповідно. Решта точково розкидані по інших містах країни.

Як вже говорилося, значна частина громадських зарядних станцій - так звані пункти зарядки EV, зарядні пристрої змінного струму потужністю менш ніж 15 кВт. Зарядка машини навіть з невеликою батареєю займе на таких станціях кілька годин.

А ось станції постійного струму потужністю до 50 кВт дозволяють підзарядитися на 80% за 30-50 хв. Однак подібних станцій в Україні поки мало, оскільки їх вартість в середньому в 20 разів вище, ніж у малопотужної зарядної станції змінного струму. Наприклад, із загальної кількості зарядних станцій Auto Enterprise на швидкісні DC-термінали припадає менш ніж 10%. У ТОКА таких станцій - лише дві по країні.

Проте ДТЕК робить ставки саме на розвиток мережі потужних зарядок. Для ДТЕК, яка сфокусувалася на будівництві станцій на трасах, це взагалі єдино можливий варіант розвитку мережі.

П'ять років тому, на зорі електромобільної ери в Україні, більшість зарядних станцій в країні були безкоштовними. Їх розміщували на великих мережних АЗС, парковках ресторанів і торгових центрів. Основний розрахунок був на те, що за час зарядки власник машини витратить в закладі, у якого встановлена станція, суму грошей, що перевищує вартість спожитого електрики.

З 2017 року ситуація почала змінюватися, і сьогодні безкоштовних громадських зарядок в Україні залишилося дуже мало.

Сьогодні 1 кВт * год обходиться власнику електрокара в 4-9 грн - у кожної мережі свій тариф, який залежить в тому числі від типу зарядки: повільна дешевше, швидкісна дорожче. Найвищі тарифи на швидку зарядку - в мережі STRUM: 9 грн за кВт * год відповідно. А у ТОКА вартість зарядки

прив'язана і до місця розміщення станції, а також часу зарядки: нічна зарядка обійдеться дешевше денної, а вартість однієї кіловат-години в Києві буде вище, ніж, скажімо, в Івано-Франківську.

Для оплати зарядки деякі мережі вимагають депозит на рахунку. Наприклад, на станціях Auto Enterprise не вийде зарядитися, якщо на рахунку клієнта менш ніж 200 грн. Мінімальна сума поповнення також становить 200 грн. Ті ж обмеження діють в мережі "Електро Україна". На зарядках STRUM при першій реєстрації в мережі також є мінімальний ліміт поповнення, але в прив'язці до кіловата - від 25 кВт * год. Далі баланс можна поповнювати на суму, еквівалентну вартості 5 кВт * год і вище.

Сертифікації зарядних станцій в Україні поки немає, тому не варто безбоязно заряджатися у будь-якого терміналу. Простенька станція з обмеженим функціоналом, та ще й встановлена без дотримання стандартів безпеки, може привести до виходу з ладу бортового інвертора електромобіля або навіть батареї. Наприклад, кілька років тому Auto Enterprise здорово обпеклася, закупивши 260 одиниць дешевих станцій китайського виробництва, постійно виходили з ладу і шкодили електромобілів. На щастя, компанія швидко зробила висновки: своїми силами модернізувала проблемні станції, а зараз і зовсім сфокусувалася на випуску власних зарядок, використовуючи імпортні комплектуючі.

1.6 Наявна кількість електромобілів в Україні

Статистика повідомляє, що загальна кількість автомобілів з електричними двигунами на території України становить 22 665 штук. 53% з них становлять власне електрокари (12 119 шт.), що залишилися 47% - це гібриди і так звані плагін-гібриди (10 546 шт.). Середній вік електричного авто в Україні становить 4 роки. Купити електромобіль з конвеєра або віком до 1 року змогло всього близько 2% автовласників.

Попит на електромобілі є. Згідно з даними Укравтопрому, з початку поточного року українцями вже було придбано 1276 електрокарів. За січень було продано 441 шт., 373 протягом лютого, а також 462 авто було продано в березні. Сумарний попит, в порівнянні з аналогічним періодом попереднього року, зріс на 71%.

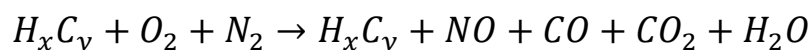
Топ 5 продаваних електромобілів за перші три місяці 2019 виглядає наступним чином:

- Nissan Leaf - 678 примірників;
- Tesla Model S - 107 примірників;
- BMW i3 - 87 примірників;
- Renault Zoe - 66 примірників;
- FIAT 500e - 60 примірників.

91% від первинного ринку електрокарів склали авто вже були в експлуатації. 1164 таких авто було поставлено на українську реєстрацію [12].

1.7 Екологія та сталий розвиток

Серед особливостей двигуна внутрішнього згоряння - сумнозвісні викиди вуглецю, які впливають з його хімічної реакції. Процес включає руйнування полімерних вуглеводнів шляхом спалювання, внаслідок чого утворюється кілька отруйних газів. Важливо розуміти екологічний ефект від розпаду вуглеводнів; реакцію можна приблизно описати як у рівнянні [13].



Вуглеводні в рівнянні 1 (H_xC_y , де $6 < x < 11$ і $15 < y < 25$), що залишилися, виходять з початкового процесу реакції, є частково спаленими залишками молекул бензину і можуть бути як отруйними, так і викликати рак. Ці молекули реагують на оксид азоту, утворюючи озон на рівні ґрунту, який є

головним фактором смогу (поєднання диму та туману), який подразнює людські вуха, ніс, горло та легені.

Окис азоту (NO) утворюється, коли азот і кисень реагують під великим тиском в двигуні внутрішнього згоряння. Як було зазначено раніше, NO допомагає утворювати озон на рівні землі і, крім того, сприяє кислотному дощу. Каталітичні перетворювачі в автомобільних вихлопних системах розщеплюють більш значні гази азоту з утворенням діоксиду азоту (NO₂), парникового газу, в 300 разів потужнішого, ніж оксиду азоту, та такого, який становить приблизно 7,2% усіх парникових газів.

Окис вуглецю (CO) - це безбарвний отруйний газ без запаху, утворений частково спаленими вуглеводнями від початкової реакції. Дві третини світового утворення CO пов'язані з транспортним сектором, більшість з яких походить від звичайних автомобілів на базі ДВЗ. До 90% утворення CO в густонаселених районах можна віднести до автомобілів на базі ДВЗ.

Двоокис вуглецю (CO₂) класифікується як забруднювач. Це парниковий газ, який захоплює тепло планети і приводить в дію кліматичні зміни [13].

На відміну від хімічних процесів автомобілів, заснованих на ДВЗ, EV майже не містять забруднювачів повітря, але можуть збільшити попит на виробництво електроенергії. Новий попит може зажадати розширення наявної енергетичної інфраструктури та мати вплив на навколишнє середовище. Однак інтенсивністю викидів централізованої електроенергетичної інфраструктури, як правило, легше керувати, ніж мільйонами автомобілів [14].

Технологія літій-іонних акумуляторів є поширеною у більшості сучасних EV. За даними Tesla Motors, виготовлені в ньому літій-іонні акумуляторні батареї не містять свинцю, ртуті, кадмію, шестивалентного хрому, полібромінованого біфенілового ефіру або важких металів і можуть бути законно утилізовані на сміттєзвалищі. Крім того, Tesla оцінює близько 60% матеріалів для акумуляторних батарей, що підлягають вторинній переробці, і ще 10% для багаторазового використання [15].

З ростом інтересу та поінформованості щодо забруднення та глобального потепління, а також постійно зменшуваного світового постачання нафти, знаки вказують на EV як кращого основного способу транспортування [14].

1.8 Висновки до розділу 1

З кожним роком все більше водіїв пересідає на автомобілі, що працюють на електротязі. Попит народжує пропозицію, і в містах України розвивається електромобільна інфраструктура - з'являються спеціальні зарядні станції, пункти технічного обслуговування, а держава удосконалює законодавство, роблячи його більш дружніми до власників електрокарів.

Уряд активно підтримує розвиток культури електромобілів в Україні. В кінці минулого року Верховна Рада ухвалила рішення про продовження пільгового періоду на ввезення електромобілів ще на чотири роки.

За статистикою «Укравтопрому», попит на електромобілі в Україні в першій половині 2019 року в порівнянні з попереднім роком зріс на 58%. І все ж поки більша частина ринку електромобілів - близько 90% - це машини, що були в експлуатації.

В Україні на 01 жовтня 2019 року зареєстровано 30 867 електромобілів, з яких 52% чисті електро - 16 191 одиниць. Якщо говорити про розподіл електромобілів по регіонах, то дві третини зареєстрованих авто доводиться на Київ і область, Одесу і область, а також Харків і область.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Методи побудови математичної моделі

2.1.1 Різницеві рівняння

Завдяки простоті структури й наявності багатьох надійних методів оцінювання параметрів різницеві рівняння широко застосовують при моделюванні процесів у техніці, економетриці, біології й інших науках. Простим прикладом різницевого рівняння є стохастичне рівняння першого порядку.

$$y(k) = y(k - 1) + \varepsilon(k)$$

де $y(k)$ - основна змінна; $\varepsilon(k)$ - випадкова величина, яка відображає вплив різноманітних невимірюваних факторів на основну змінну. В першу чергу це випадкові збурення, що діють на процес.

Частіше всього припускають,

що випадкова величина має нормальний розподіл:

$$\{\varepsilon(k)\} \sim N_n(0, \delta_\varepsilon^2)$$

Тобто вона має нульове середнє та скінчену дисперсію δ_ε^2

За допомогою рівняння описують, наприклад, ціну акції на біржі в момент часу, що відповідає аргументу k . Його називають ще рівнянням, яке описує процес випадкового кроку. Таку назву воно отримало з тієї причини, що приріст значення основної змінної визначається, фактично, випадковим процесом. Воно може бути записане також у формі першої різниці

$$\Delta y(k) = \varepsilon(k)$$

Більш загальною формою різницевого рівняння є наступна:

$$\Delta y(k) = \alpha_0 + \alpha_1 y(k-1) + \varepsilon(k)$$

Але для того, щоб воно відповідало процесу випадкового кроку необхідно покласти $\alpha_0 = \alpha_1 = 0$, інакше це рівняння вже не буде відповідати своєму визначенню. Зазначимо, що порядок авторегресійної частини різницевого рівняння визначається числом минулих (затриманих) вимірів залежної змінної, які використовуються у правій частині для пояснення її зміни в часі.

Разом із основною змінною для описання процесів використовують *перші та другі різниці*, наприклад:

$$\begin{aligned}\Delta y(k) &= y(k) - y(k-1), \\ \Delta y(k+1) &= y(k+1) - y(k), \\ \Delta y(k+2) &= y(k+2) - y(k+1)\end{aligned}$$

Наведені перші різниці відображають швидкість зміни основної змінної, що відповідає першій похідній для рівнянь, записаних у неперервному часі, тобто для дифференціальних рівнянь.

Другі різниці відображають швидкість зміни у часі перших різниць (тобто прискорення) і записуються так:

$$\begin{aligned}\Delta^2 y(k) &= \Delta(\Delta y(k)) = \Delta(y(k) - y(k-1)) = \\ &= (y(k) - y(k-1)) - (y(k-1) - y(k-2)) = \\ &= y(k) - 2y(k-1) + y(k-2), \\ \Delta^2 y(k+1) &= \Delta(\Delta y(k+1)) = y(k+1) - 2y(k) + y(k-1)\end{aligned}$$

На практиці другі різниці використовують досить рідко, а різниці вищого порядку не використовуються [16].

2.1.2 Авторегресійні рівняння (АР)

Позначення АР(p) стосується авторегресійної моделі порядку p. Модель АР(p) записують як

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \varphi_i X_{t-i} + \varepsilon_t$$

Щоби ця модель залишалася стаціонарною, для значень цих параметрів необхідні деякі обмеження. Наприклад, процеси в моделі АР(1) за $|\varphi_1| \geq 1$ стаціонарними не є [16].

2.2 Методи апроксимації та прогнозування

2.2.1 Метод найменших квадратів

Оцінки МНК обчислюються за допомогою такого виразу:

$$\hat{\theta} = [X^T X]^{-1} X^T y$$

де $\theta[p]$ - вектор оцінок параметрів вимірності p ;

$X[N \times p]$ - матриця вимірів;

$y[N]$ - вектор вимірів залежної змінної.

В квадратних дужках вказана вимірність векторів і матриці.

Елементи матриці вимірів обчислюються по-своєму для кожної

конкретної моделі. Так, для моделі

$$y(k) = \alpha_0 + \alpha_1 x_1(k) + \alpha_2 x_2(k) + \alpha_3 x_3(k) + \varepsilon(k)$$

матриця вимірів має вигляд:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1(1) & x_2(1) & x_3(1) \\ 1 & x_1(2) & x_2(2) & x_3(2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_1(N) & x_2(N) & x_3(N) \end{bmatrix}$$

Одиниці в першому стовпчику матриці X означають, що вимір при коефіцієнті α_0 завжди дорівнює одиниці.

Елементи матриці вимірів дещо ускладнюються у випадку використання поліноміальної моделі, але її також можна оцінювати за допомогою лінійних методів. Безпосереднє застосування методу мінімізації суми квадратів похибок до поліноміальної моделі порядку p приводить до формування такої матриці вимірів:

$$X' = \begin{bmatrix} N & \sum_{k=1}^N x(k) & \sum_{k=1}^N x^2(k) & \dots & \sum_{k=1}^N x^p(k) \\ \sum_{k=1}^N x(k) & \sum_{k=1}^N x^2(k) & \sum_{k=1}^N x^3(k) & \dots & \sum_{k=1}^N x^{p+1}(k) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{k=1}^N x^p(k) & \sum_{k=1}^N x^{p+1}(k) & \sum_{k=1}^N x^{p+2}(k) & \dots & \sum_{k=1}^N x^{2p}(k) \end{bmatrix}$$

При такому представленні векторно-матричне рівняння для N вимірів залежної та незалежної змінних можна записати так:

$$y' = X'\theta$$

Звідси

$$\hat{\theta} = [X']^{-1}y', \text{ де}$$

$$y' = \left[\sum_1^N y(k) \quad \sum_1^N x(k)y(k) \quad \dots \quad \sum_1^N x^p(k)y(k) \right]^T$$

$\hat{\theta}$ – вектор оцінок параметрів моделі.

Тобто оцінку вектора параметрів можна знайти шляхом знаходження розв'язку системи лінійних (нормальних) рівнянь.

Для отримання незміщених, консистентних та ефективних оцінок вектора параметрів θ лінійної регресійної математичної моделі, наприклад, моделі змішаної регресії:

$$y(k) = \alpha_0 + \alpha_1 y(k-1) + \alpha_2 y(k-2) + b_1 x(k) + b_2 z(k) + \varepsilon(k)$$

за допомогою методу найменших квадратів необхідно задовольнити наступні умови:

а) $\varepsilon(k)$ - некорельована послідовність випадкових чисел з нульовим середнім, тобто,

$$E[\varepsilon(k)] = 0, \quad cov[\varepsilon(k)] = E[\varepsilon(k)\varepsilon(j)] = \begin{cases} \sigma_\varepsilon^2, & k = j \\ 0, & k \neq j \end{cases}$$

б) послідовності $\varepsilon(k)$ і $y(k)$ не повинні бути корельовані між собою.

Зазначимо, що перевірити виконання наведених умов ми можемо тільки після оцінювання коефіцієнтів моделі, а до оцінювання можна тільки постулювати їх виконання. Тобто, після оцінювання моделі оцінка значень випадкового процесу визначається похибками моделі:

$$\hat{\varepsilon}(k) = e(k) = y(k) - \hat{y}(k),$$

що дає можливість виконати аналіз хар-к випадкового процесу $\{\varepsilon(k)\}$.

2.2.2 Прогнозування динаміки процесів за допомогою різницевого рівнянь

2.2.2.1 Прогнозування без розв'язку і на основі розв'язку рівнянь

При виконанні статистичного аналізу випадкових процесів використовують умовні та безумовні статистичні характеристики. Зокрема, для знаходження короткострокових та довгострокових прогнозів розвитку процесів застосовують умовне, E_k , та безумовне, E , математичне сподівання, відповідно. Різниця у визначенні цих характеристик полягає у наступному.

Безумовні статистичні характеристики - це константи, які розглядають і оцінюють на довільних часових інтервалах, не накладаючи умов на змінні, функції та об'єми інформації, необхідної для визначення цих характеристик. Тобто інформація для обчислення дисперсії вважається відомою на всьому інтервалі, що розглядається в процесі аналізу.

Так, безумовне математичне сподівання використовують для знаходження довгострокових прогнозів або умов економічної рівноваги.

Умовні статистичні характеристики в аналізі динаміки процесів, представлених часовими рядами, - це функції часу, які визначають на кожний конкретний момент часу k . При цьому для їх обчислення необхідно, щоб на вибраний (заданий) момент була наявна інформація щодо значень змінних та функцій, яка необхідна для виконання відповідних обчислень.

Умовне математичне сподівання застосовують для визначення короткострокових та середньострокових прогнозів [16].

2.2.2.2 Прогнозування без розв'язку рівнянь

Структура різницевого рівняння така, що воно дозволяє виконувати прогнозування на один крок (один період дискретизації вимірів) без

додаткових перетворень. Тобто в праву частину необхідно підставити минулі значення змінних і обчислити оцінку прогнозу головної змінної в лівій частині. Але для того щоб знайти оцінку прогнозу на більше число кроків, необхідно застосувати деякі попередні перетворення різницевих рівнянь. Розглянемо деякі можливі підходи до формування функцій прогнозування та обчислення оцінок прогнозованих значень.

Як приклад, розглянемо рівняння $AP(1)$:

$$y(k) = \alpha_0 + \alpha_1 y(k-1) + \varepsilon(k), \quad E[\varepsilon(k)] = 0$$

Збільшимо незалежну змінну *час* на одну одиницю і запишемо рівняння знову:

$$y(k) = \alpha_0 + \alpha_1 y(k) + \varepsilon(k+1),$$

Якщо коефіцієнти α_0, α_1 відомі, то можна знайти умовне математичне сподівання на основі відомої інформації до моменту k включно:

$$\begin{aligned} E_k[y(k+2)] &= \alpha_0 + \alpha_1 E_k[y(k+1)] = \alpha_0 + \alpha_1 E_k[\alpha_0 + \alpha_1 y(k)] \\ &= \alpha_0 + \alpha_0 \alpha_1 + \alpha_1^2 y(k) \end{aligned}$$

Для наступного моменту часу маємо

$$E_k[y(k+3)] = \alpha_0 + \alpha_0 \alpha_1 + \alpha_0 \alpha_1^2 + \alpha_1^3 y(k)$$

Таким чином, для загального випадку прогнозування на S кроків можна записати

$$E_k[y(k+S)] = \alpha_0 \left(\sum_{i=0}^{S-1} \alpha_1^i \right) + \alpha_1^S y(k) = \alpha_0 \sum_{i=0}^{S-1} \alpha_1^i + \alpha_1^S y(k)$$

Отримане рівняння називають функцією прогнозування на довільне число кроків. Прогноз представляє собою збіжний процес, якщо $|\alpha_1| < 1$, тобто

$$\lim_{s \rightarrow \infty} E_k[y(k+s)] = \frac{\alpha_0}{1-\alpha_1}, \quad |\alpha_1| < 1$$

де α_1 - знаменник геометричної прогресії.

Вираз свідчить про те, що для будь-якого стаціонарного процесу АР чи АРКС оцінка умовного прогнозу асимптотично ($S \rightarrow \infty$) збігається до безумовного середнього.

Похибка прогнозу на довільне число кроків

Знайдемо похибку прогнозування при умові, що

$$E[\varepsilon(k)] = 0:$$

$$f_k(s) = y(k+s) - E_k[y(k+s)]$$

Похибка прогнозу на один крок:

$$\begin{aligned} f_k(1) &= y(k+1) - E_k[y(k+1)] = \alpha_0 + \alpha_1 y(k) + \varepsilon(k+1) - \alpha_0 - \alpha_1 y(k) \\ &= \varepsilon(k+1) \end{aligned}$$

Похибка прогнозу на два кроки

$$\begin{aligned} f_k(2) &= y(k+2) - E_k[y(k+2)] = \\ &= \alpha_0 + \alpha_1(\alpha_0 + \alpha_1 y(k) + \varepsilon(k+1)) + \varepsilon(k+2) - E_k(y(k+2)) = \\ &= \alpha_0 + \alpha_0 \alpha_1 + \alpha_1^2 y(k) + \alpha_1 \varepsilon(k+1) + \varepsilon(k+2) - \alpha_0 - \\ &\quad - \alpha_0 \alpha_1 - \alpha_1^2 y(k) = \varepsilon(k+2) + \alpha_1 \varepsilon(k+1) \end{aligned}$$

Таким чином, можемо записати вираз для похибки для довільного числа кроків прогнозування як

$$f_k(s) = \varepsilon(k+s) + \alpha_1 \varepsilon(k+s-1) + \alpha_1^2 \varepsilon(k+s-2) + \dots + \alpha_1^{s-1} \varepsilon(k+1)$$

Враховуючи те, що $E(f_k(s)) = 0$, оцінка прогнозу, яка обчислюється за виразом, є незміщеною. Дисперсія похибки прогнозування

$$Var(f_k(s)) = \sigma^2(1 + \alpha_1^2 + \alpha_1^4 + \alpha_1^6 + \dots + \alpha_1^{2(s-1)})$$

тобто дисперсія є функцією s . Асимптотичне значення дисперсії похибки прогнозу для стаціонарного процесу

$$\lim_{s \rightarrow \infty} Var(f_k(s)) = \frac{\sigma^2}{1 - \alpha_1^2}$$

де α_1^2 - знаменник геометричної прогресії [16].

2.3 Побудова математичних моделей для ціни на паливо

2.3.1 Вхідні дані

В цьому розділі магістерської дисертації, на джерела статистичної інформації, було виконано прогноз динаміки цін на паливо.

Для побудови математичної моделі було використано програмне забезпечення Eviews 10.

Вхідними даними є вибірка із дев'яти значень, що представляють динаміку зміни ціни на паливо з 2011 по серпень 2019 року [17].

Таблиця 2.1 – Вибірка «Ціни на паливо»

Рік	Кількість	Вартість всього імпорту [тис.дол]	Вартість за одиницю [тис.дол]	Вартість за одиницю [дол]
2019 (січень - серпень)	31772650 [л]	30436	0.00095793	0.95793
2018	6678032990 [л]	6091972	0.00091224	0.91224
2017	6663000000 [л]	3480800	0.00052241	0.52241
2016	6578500000 [л]	2878900	0.00043762	0.43762
2015	6238500000 [л]	3459700	0.00055457	0.55457
2014	6847800000 [л]	6225900	0.00090918	0.90918
2013	5985600000 [л]	5746600	0.00096007	0.96007
2012	6771700000 [л]	6649300	0.00098193	0.98193
2011	5971000000 [л]	5716200	0.00095733	0.95733

2.3.2 Модель динаміки цін на паливо

Для виявлення тенденції, представимо дані у вигляді графіку, що зображений на рисунку 2.1.

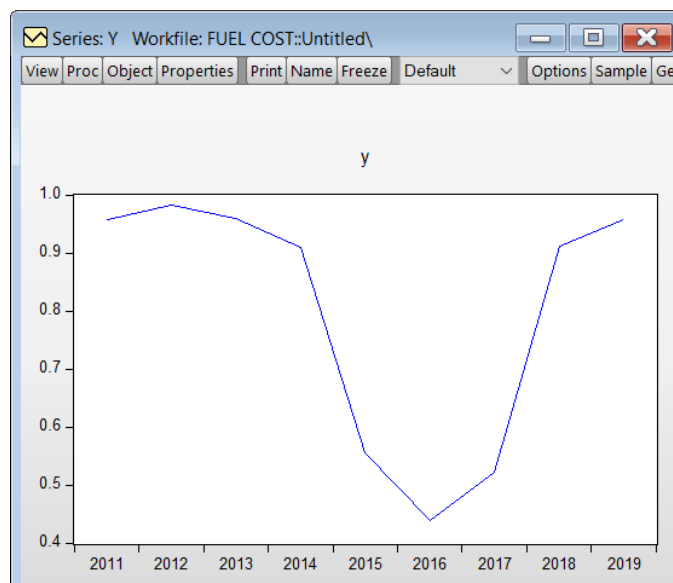


Рисунок 2.1 - Динаміка цін на паливо з 20011-2019 рік

Для моделювання були обрані авторегресійні моделі, так як вони мають доволі просту структуру і при цьому володіють високою адекватністю процесу, що досліджується.

Почнемо побудову моделей з низьких порядків, тому що зачасту вони характеризуються прийнятною адекватністю процесу і можуть надати хорошу якість прогнозування.

Таким чином за допомогою пакету Eviews 10, було побудовано такі моделі:

$$1) \quad y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1)$$

Результат, що було отримано представимо на рисунку 2.2:

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Dependent Variable: Y Method: Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps) Date: 11/12/19 Time: 22:23 Sample (adjusted): 2012 2019 Included observations: 8 after adjustments Y=C(1)+C(2)*Y(-1)									
		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.				
C(1)		0.317645	0.266094	1.193734	0.2776				
C(2)		0.592555	0.329001	1.801070	0.1218				
R-squared	0.350920	Mean dependent var	0.779494						
Adjusted R-squared	0.242740	S.D. dependent var	0.230969						
S.E. of regression	0.200991	Akaike info criterion	-0.158793						
Sum squared resid	0.242385	Schwarz criterion	-0.138933						
Log likelihood	2.635174	Hannan-Quinn criter.	-0.292744						
F-statistic	3.243854	Durbin-Watson stat	1.196943						
Prob(F-statistic)	0.121772								

Рисунок 2.2 - Результат побудови першої моделі у програмі Eviews 10

Модель, що була отримана:

$$y(k) = 0.317645 + 0.592555 * y(k-1) + e(k)$$

Статистичні характеристики:

$$R^2 = 0.3509$$

$$SSR = 0.242385$$

$$DW = 1.1969$$

Одразу перевіримо характеристику прогнозу. Результати прогнозу наведені на рисунку 2.3.

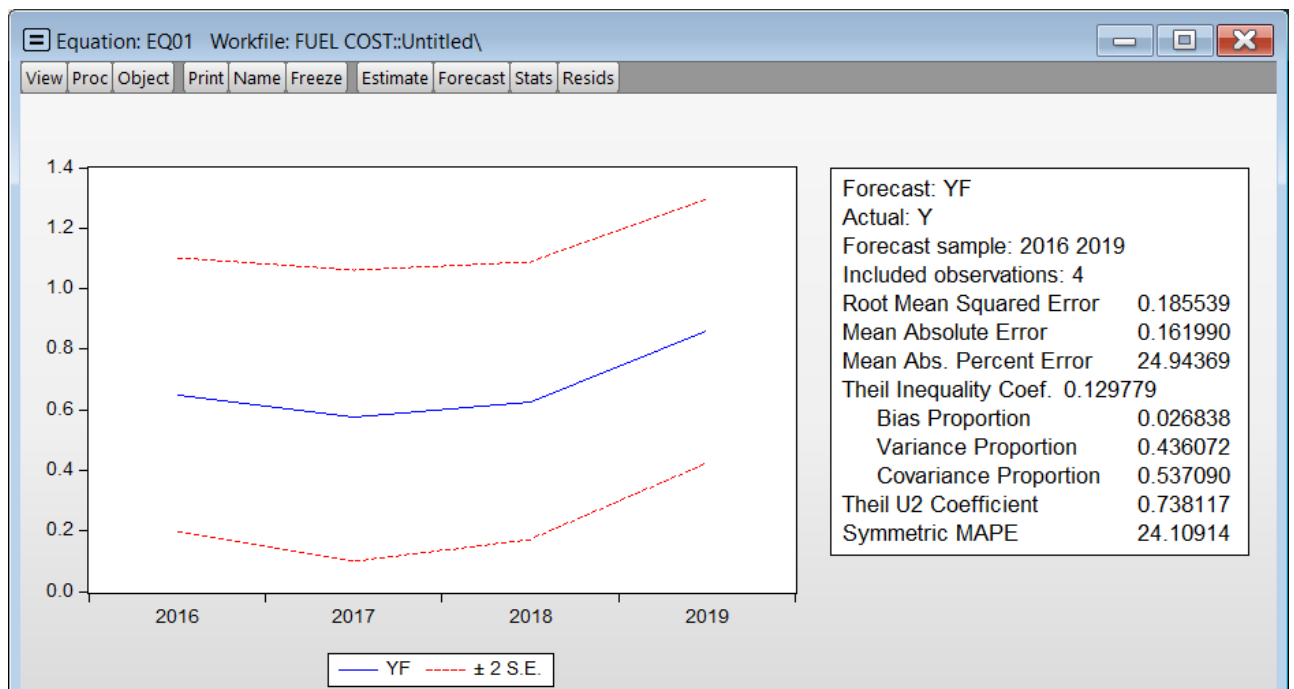


Рисунок 2.3 - Прогноз для першої моделі

RMSE = 0.1855

MAE = 0.16199

MAPE = 24.9436

Theil = 0.129779

$$2) y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1) + c(3) * y(k-2)$$

Отримана модель AP(2):

$$y(k) = 0.574418 + 0.933718 * y(k-1) - 0.694159 * y(k-2) + e(k)$$

Статистичні характеристики:

$$R^2 = 0.6503$$

$$SSR = 0.114196$$

$$DW = 2.2655$$

Характеристики прогнозу:

$$RMSE = 0.1014$$

$$MAE = 0.08965$$

$$MAPE = 11.93493$$

$$Theil = 0.06764$$

$$3) y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1) + c(3) * y(k-2) + c(4) * y(k-3)$$

Отримана модель AP(3):

$$y(k) = 0.861093 + 0.589399 * y(k-1) - 0.292396 * y(k-2) - 0.443307 * y(k-3) + e(k)$$

Статистичні характеристики:

$$R^2 = 0.707664$$

$$SSR = 0.0805$$

$$DW = 2.166148$$

Характеристики прогнозу:

$$RMSE = 0.082167$$

$$MAE = 0.075358$$

$$MAPE = 10.53063$$

$$Theil = 0.054741$$

Порівняння отриманих моделей за статистичними характеристиками та характеристиками прогнозування наведені у табл. 2.2. За допомогою цієї таблиці й оберемо найкращу модель.

Таблиця 2.2 – Статистичні та прогностичні хар-ки моделей

	Коефіцієнт множинної детермінації (R^2)	Сума квадратів похибок (SSR)	Статистика Дарбін-Уотсона (DW)	Середньоквадратична похибка (RMSE)	Середня абсолютна похибка (MAE)	Середня абсолютна похибка у відсотках (MAPE)	Коефіцієнт Тейла (Theil)
AP(1)	0.3509	0.242385	1.1969	0.1855	0.16199	24.9436	0.129779
AP(2)	0.6503	0.114196	2.2655	0.1014	0.08965	11.93493	0.06764
AP(3)	0.707664	0.0805	2.166148	0.082167	0.075358	10.53063	0.054741

Найкращою виявилась модель AP(3) для побудови прогнозу:

$$y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1) + c(3) * y(k-2) + c(4) * y(k-3)$$

Для цієї моделі R^2 наближається до 1, SSR – мала, статистика Дарбіна Уотсона близька до значення = 2.

2.3.3 Побудова короткострокового прогнозу на 3 роки для цін на паливо

Для побудови короткострокового прогнозу на 3 роки використовуватимемо метод різницевих рівнянь.

Різницеві рівняння дозволяють виконувати прогноз на 1 крок (у нашому випадку на 1 рік) без допоміжних перетворень, саме тому їх було обрано. А саме, для того щоб розрахувати прогноз головної змінної нам необхідно підставити значення попередніх змінних у праву частину. Однак, для того щоб розрахувати прогнозні значення на більшу кількість кроків, треба застосовувати допозні перетворення PP.

Щоб побудувати прогноз динаміки цін на паливо на 3 роки скористаємось моделлю AP(3):

$$y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1) + c(3) * y(k-2) + c(4) * y(k-3)$$

Модель AP(3) має статистичні характеристики, що є адекватними випадковому процесу, що досліджується.

Функція прогнозування на s кроків має вигляд:

$$\begin{aligned} E_k[y(k + s)] = \\ = a_0 + a_1 E_k[y(k + s - 1)] + a_2 E_k[y(k + s - 2)] \\ + a_3 E_k[y(k + s - 3)] + a_4 E_k[y(k + s - 4)] + a_5 E_k[y(k + s - 5)] \end{aligned}$$

За вищенаведеною формулою і будуватимемо прогноз.

Значення $y(k-1)$, $y(k-2)$ та $y(k-3)$ – ціни на паливо у 2019, 2018 та 2017 роках. Дані значення беремо із статистичних даних.

$$y(k-1) = 0.95793$$

$$y(k-2) = 0.91224$$

$$y(k-3) = 0.52241$$

Зауважимо, що достовірність прогнозу, при застосуванні цього методу висока і похибка досить мала, адже використовуються тільки сталі величини, що вже відомі (ціни на паливо за останні 3 роки).

Результати обчислень зображені на рисунку 2.4:

$$s=1 \quad y(k+1) = 0.861093 + 0.589399 * 0.95793 - 0.292396 * 0.91224 - 0.443307 * 0.52241 = 0.861093 + 0.5646 - 0.266735 - 0.231588 = 0.92737$$

$$s=2 \quad y(k+2) = 0.861093 + 0.589399 * 0.92737 - 0.292396 * 0.95793 - 0.443307 * 0.91224 = 0.861093 + 0.546591 - 0.280095 - 0.404402 = 0.72319$$

$$s=3 \quad y(k+3) = 0.861093 + 0.589399 * 0.72319 - 0.292396 * 0.92737 - 0.443307 * 0.95793 = 0.861093 + 0.426248 - 0.271159 - 0.424657 = 0.591525$$

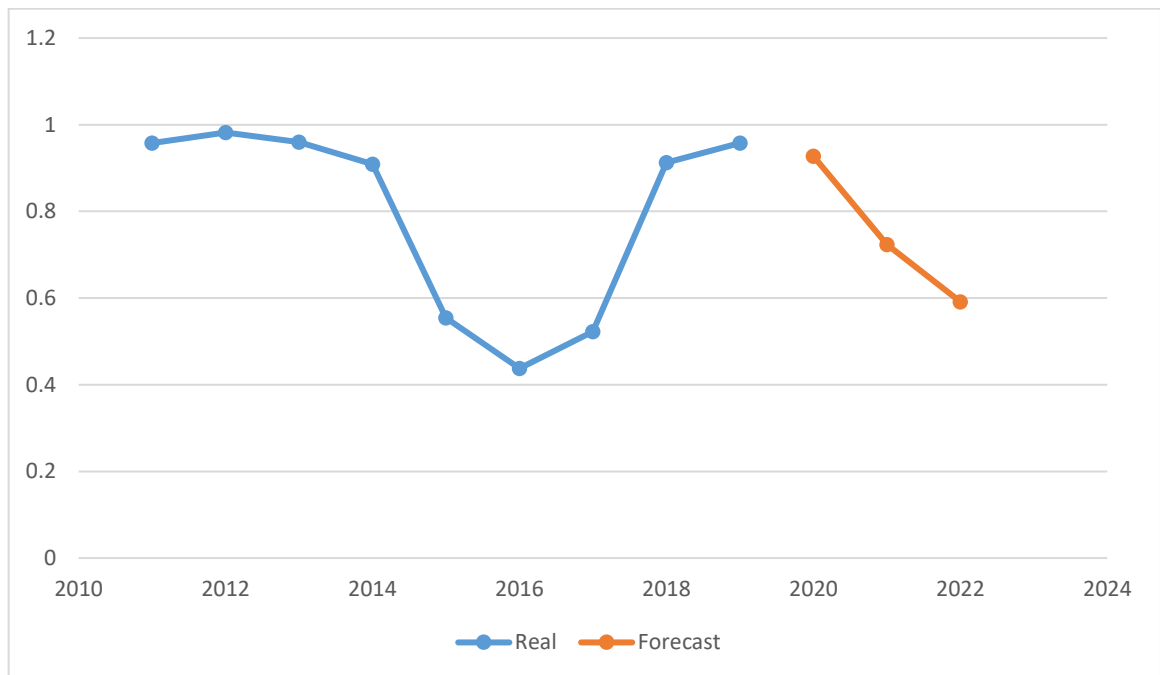


Рисунок 2.4 – Статистичні та зпрогнозовані ціни на паливо

2.4 Побудова математичних моделей для цін на автомобілі на базі ДВЗ

2.4.1 Вхідні дані

Вхідними даними є вибірка із дев'яти значень (табл. 2.3), що описують динаміку зміни ціни на автомобілі на базі ДВЗ з 2011 по серпень 2019 року [17].

Таблиця 2.3 Вибірка «Ціни на автомобілі на базі ДВЗ»

Рік	Вартість за одиницю	Вартість за одиницю тис дол.
2019 (січень - серпень)	11 354 [USD]	11.354
2018	9 749 [USD]	9.749
2017	13 500 [USD]	13.5
2016	16 400 [USD]	16.4
2015	13 200 [USD]	13.2
2014	19 329 [USD]	19.329
2013	17 317 [USD]	17.317
2012	15 839 [USD]	15.839
2011	15 689 [USD]	15.689

2.4.2 Модель динаміки цін на автомобілі на базі ДВЗ

Для виявлення тенденції, представимо дані у вигляді графіку, що зображений на рисунку 2.5.

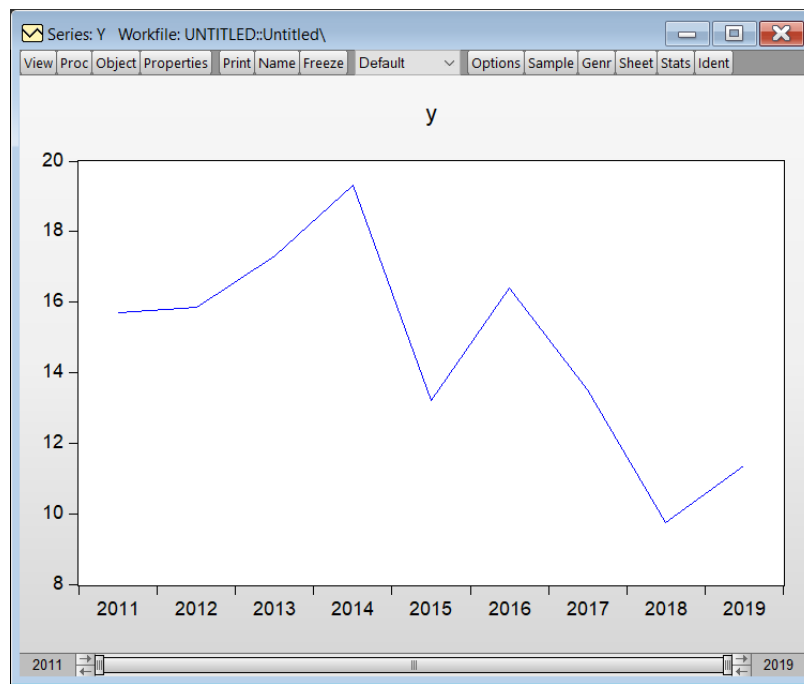


Рисунок 2.5 - Динаміка цін на автомобілі на базі ДВЗ з 20011-2019 рік

Було побудовано такі моделі:

$$1) y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1)$$

Отримана модель AP(1):

$$y(k) = 7.651637 + 0.458383 * y(k-1) + e(k)$$

Статистичні характеристики:

$$R^2 = 0.176213$$

$$SSR = 59.11317$$

$$DW = 2.124499$$

Характеристики прогнозу:

$$RMSE = 2.616567$$

$$MAE = 2.306012$$

$$MAPE = 19.38119$$

$$Theil = 0.097843$$

$$2) y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1) + c(3) * y(k-2)$$

Отримана модель AP(2):

$$y(k) = 3.288020 + 0.407198 * y(k-1) + 0.314009 * y(k-2) + e(k)$$

Статистичні характеристики:

$$R^2 = 0.208191$$

$$SSR = 55.39777$$

$$DW = 2.107714$$

Характеристики прогнозу:

$$RMSE = 2.274663$$

$$MAE = 1.651834$$

$$MAPE = 14.72233$$

$$Theil = 0.085460$$

$$3) y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1) + c(3) * y(k-2) + c(4) * y(k-3)$$

Отримана модель AP(3):

$$y(k) = -5.36388 + 0.298426 * y(k-1) + 0.548138 * y(k-2) + 0.681305 * y(k-3) + e(k)$$

Статистичні характеристики:

$$R^2 = 0.356608$$

$$SSR = 38.65759$$

$$DW = 1.944502$$

Характеристики прогнозу:

$$RMSE = 1.214943$$

$$MAE = 1.000007$$

$$MAPE = 8.701237$$

$$Theil = 0.045728$$

Порівняння отриманих моделей за статистичними характеристиками та характеристиками прогнозування наведені у табл. 2.4. За допомогою цієї таблиці й оберемо найкращу модель.

Таблиця 2.4 – Статистичні та прогностичні хар-ки моделей

	Коефіцієнт множинної детермінації (R^2)	Сума квадратів похибок (SSR)	Статистика Дарбіна-Уотсона (DW)	Середньоквадратична похибка (RMSE)	Середня абсолютна похибка (MAE)	Середня абсолютна похибка у відсотках (MAPE)	Коефіцієнт Тейла (Theil)
AP(1)	0.176213	59.11317	2.124499	2.616567	2.306012	19.38119	0.097843
AP(2)	0.208191	55.39777	2.107714	2.274663	1.651834	14.72233	0.085460
AP(3)	0.356608	38.65759	1.944502	1.214943	1.000007	8.701237	0.045728

Найкращою виявилась модель AP(3) для побудови прогнозу:

$$y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1) + c(3) * y(k-2) + c(4) * y(k-3)$$

Для цієї моделі SSR – мала, статистика Дарбіна Уотсона близька до значення = 2.

2.4.3 Побудова короткострокового прогнозу на 3 роки для цін на автомобілі на базі ДВЗ

Для побудови короткострокового прогнозу на 3 роки використовуватимемо метод різницьових рівнянь.

Щоб побудувати прогноз динаміки цін на паливо на 3 роки скористаємось моделлю AP(3):

$$y(k) = c(1) + c(2) * y(k-1) + c(3) * y(k-2) + c(4) * y(k-3)$$

Модель AP(3) має статистичні характеристики, що є адекватними випадковому процесу, що досліджується.

Функція прогнозування на s кроків має вигляд:

$$\begin{aligned}
 E_k[y(k+s)] &= \\
 &= a_0 + a_1 E_k[y(k+s-1)] + a_2 E_k[y(k+s-2)] \\
 &+ a_3 E_k[y(k+s-3)] + a_4 E_k[y(k+s-4)] + a_5 E_k[y(k+s-5)]
 \end{aligned}$$

Значення $y(k-1)$, $y(k-2)$ та $y(k-3)$ – ціни на автомобілі на базі ДВЗ у 2019, 2018 та 2017 роках. Ці значення беремо із статистичних даних.

$$y(k-1) = 11.354$$

$$y(k-2) = 9.749$$

$$y(k-3) = 13.5$$

Результати обчислень зображені на рисунку 2.6:

$$\begin{aligned}
 s=1 \quad y(k+1) &= -5.36388 + 0.298426 * 11.354 + 0.548138 * 9.749 + \\
 &0.681305 * 13.5 = -10.36388 + 3.388329 + 5.343797 + 9.197618 = 12.565864
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s=2 \quad y(k+2) &= -5.36388 + 0.298426 * 7.565864 + 0.548138 * 11.354 + \\
 &0.681305 * 9.749 = -5.36388 + 2.257851 + 6.223559 + 6.642042 = 9.759572
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s=3 \quad y(k+3) &= -5.36388 + 0.298426 * 9.759572 + 0.548138 * 12.565864 + \\
 &0.681305 * 11.354 = -5.36388 + 2.91251 + 6.887828 + 7.735536 = 12.171994
 \end{aligned}$$

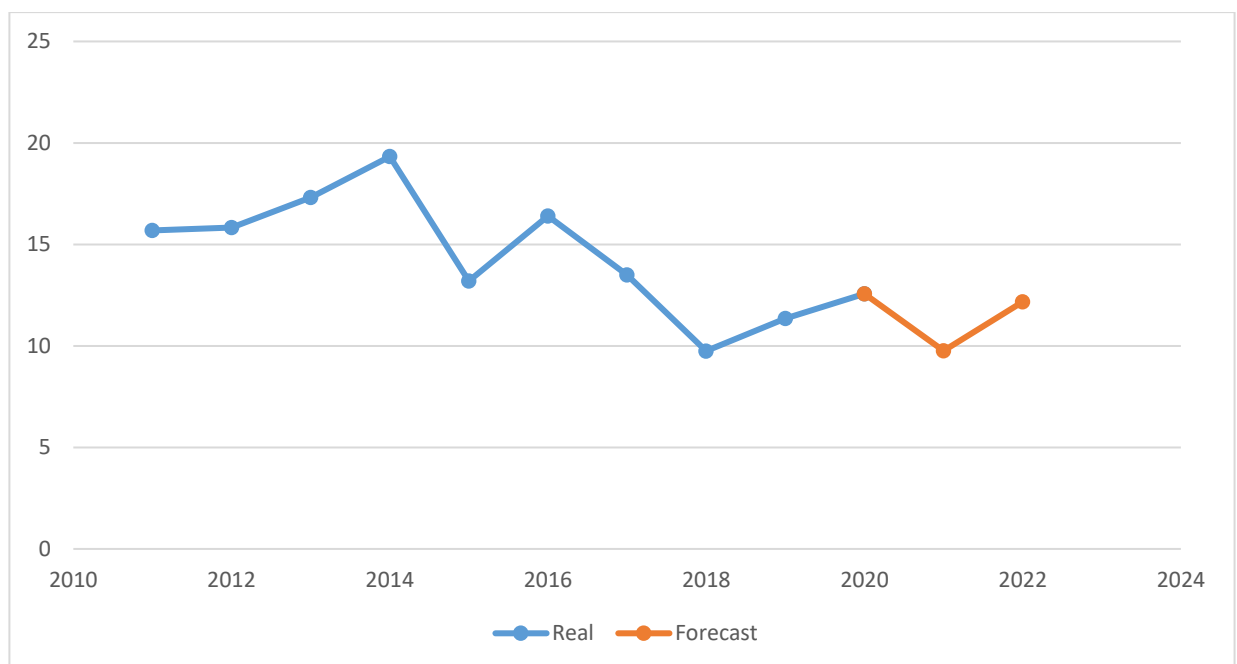


Рисунок 2.6 – Статистичні та зпрогнозовані ціни на авто на базі ДВЗ

2.5 Висновки до розділу 2

В цьому розділі було розглянуто метод побудови моделей, такий як різницеві рівняння, які здобули свою популярність за рахунок простоти та достатньо високої адекватності. Було наведено також метод апроксимації МНК, та прогнозування.

В даній дисертації для прогнозування цін на паливо та цін на ато на базі ДВЗ було застосовано саме метод різницевих рівнянь, також його було використано для побудови короткострокового прогнозу на 3 роки.

РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ НА ЕКОНОМІКУ УКРАЇНИ

3.1 Розрахунок вартості проїзду на електромобілі на 1 км

Оскільки при покупці електромобіля прямі субсидії – відсутні, проаналізуємо та розрахуємо наскільки використання електромобіля є економним в Українських реаліях. Вхідні дані такі:

- електромобіль Nissan Leaf, що був у вжитку можна придбати за вартістю 17 000 дол.США;
- строк функціонування батареї – 8 років. Вартість заміни – 5 500 дол.США;
- середньостатистичний життєвий цикл авто становить 240 000 км. Що дорівнює 12 рокам експлуатації;
- споживання електроенергії – 21 кВт*год/100 км;
- вартість електроенергії (в період з 1.10.2019 р. по 30.04.2020 р.) вдень 1.68 грн/кВт*год., а з двохзонним лічильником вночі (з 23.00 до 7.00) до вартості застосовується коефіцієнт 0.5.

Таким чином:

- споживання енергії за рік – 3528 грн. Вартість за 1 км – 0.1764 грн/км;
- амортизація авто – 1.77 грн/км. Амортизація нового акумулятора – 0.86 грн/км. Загальна амортизація авто + акумулятор = 2.63 грн/км;
- загальні витрати на 1 км – $2.63 + 0.18 = 2.81$ грн/км.

Зважаючи на вищенаведені розрахунки можна сказати, що використання електромобілів, що були у вжитку, не є дорожчим за використання авто на базі ДВС, а зважаючи на те, що за 8 років експлуатації мінімальний залишок ємності акумулятора становить 70% від початкової ємності, тобто якщо початкова ємність акумулятора = 160 км, то через 8 років мінімальна прогнозована ємність сягатиме 112 км, і якщо автомобіль в основному використовувати як засіб пересування по місту, то акумулятор

можна і не замінювати, що призведе до зменшення вартості експлуатації до 1.95 грн/км.

3.2 Вплив впровадження електромобілів на електромережу України

У більшості розвинених країн нестача потужностей, що генерують електроенергію для задоволення потреб електромобілів у час мінімального навантаження. Наприклад, у США енергогенеруючих потужностей вистачає лише для задоволення потреб, якщо не більше 70% автомобілів з автопарку будуть електромобілями.

Яка ж ситуація в Україні? Коефіцієнт нерівномірності графіку (відношення мінімального навантаження в нічній години до максимального навантаження в години вечірнього піку) становить 0.76. Різниця між максимальним і мінімальним добовим навантаженням в українській енергосистемі становить приблизно 5.5 ГВт, а між середньодобовим і мінімальним навантаженням — 2.5 ГВт.

Середній пробіг авто за добу дорівнює 54 км, якщо вважати, що за рік авто проїжджає 20 000 км. Будемо вважати, що:

1. повного заряду акумулятора електромобіля ємністю 24 кВт.год. вистачає на 160 км пробігу;
2. заряджається електромобіль 2 рази на тиждень по 6 годин з потужністю, що споживається - 4 кВт.

Український парк легкових автомобілів складається з 7 000 000 автомобілів. Навантаження енергетичної системи у період мінімального навантаження зростає до 0.9 ГВт, якщо 10% автопарку, що становить 700 000 автівок, становитимуть електромобілі. Таким чином, якщо до 50% автопарку будуть становити електромобілі, то це лише позитивно вплине на зміну графіка навантажень на електросистему, адже допоможе вирівняти його. Проте якщо співвідношення електромобілів до авто на базі ДВЗ буде більше

50%, це може негативно вплинути на енергосистему, і в такому разі необхідно буде прийняти заходи щодо розширення бази енергогенерації, оптимізації навантажень, а також необхідно буде модернізувати мережі.

3.3 Вплив впровадження електромобілів на торговельний баланс України

Оцінка економічного ефекту від впровадження електромобілів в національному масштабі викликає великий інтерес. Впровадження EV багато хто вважає сприятливим через зменшення залежності від іноземного імпорту нафти та зменшення забруднення [18]. Однак, багато в чому національний економічний ефект від впровадження електричних транспортних засобів залежить від того, до чиєї точки зору прислухатись. Наприклад, заміна закупівлі бензину на збільшення попиту на електроенергію може бути вигідною для споживачів та енергокомпаній, але зменшує державні доходи як від імпорту нафти, так і від продажу бензину та шкодить нафті та самим газовим компаніям [18].

Цікаво зосередити увагу на точці зору головного гравця в економіці будь-якої країни - самого уряду. Існує три основні економічні фактори, що цікавлять уряд щодо впровадження EV.

1) Торговельний баланс - як впливає на національний торговельний баланс реалізація EV та які можливі наслідки, що призводять до зміни результату.

2) Державні доходи - як поступовий перехід від автомобілів на ДВЗ, до електромобілів споживачами відбиваються як на прямих, так і на непрямих податкових доходах та як уряд може компенсувати втрачений чи отриманий дохід.

3) Інфраструктура - інвестиції та / або зміни в енергетичну інфраструктуру можуть довести необхідність для полегшення процесу впровадження.

3.3.1 Імпорт автомобілів

Щороку певні товари, пов'язані з автомобільною промисловістю, ввозяться до України. В першу чергу це самі машини, що ввозяться в різних кількостях (N_{ICE}) за різними цінами ($IP *$) щороку.

Велика кількість бензину (N_{gas}) щорічно ввозиться в країну за цінами (IGP_{year}) [17], призначеного для споживання автомобілями на базі ДВЗ, присутніми в країні.

Оскільки співвідношення власного виробництва бензину до імпортованого та власного виробництва автотранспорту до імпортованого майже однакове, то будемо розраховувати баланс для імпортованого автотранспорту та палива.

Нарешті, існують різні товари, пов'язані з технічним обслуговуванням автомобілів на основі ДВЗ (M_{ICE}), такі як шини та деталі автомобіля, що імпортуються для підтримки функціонуючого автопарку. Рівняння 3.1 показує склад загального імпорту автомобілів (TI) за будь-який рік.

$$TI = \left(\sum_{Ncars} IP_i \right) + IGP_{year} * N_{gas} + M_{year} \quad (3.1)$$

3.3.2 Вплив на баланс торгівлі

Розглядаючи рівняння 11, можна оцінити вплив одного автомобіля на базі ДВЗ на національний імпорт. Вказаний вплив складається з початкової

ціни на імпорт автомобіля (IP_{ICE}) в USD, необхідного імпортного бензину протягом його життя - виходячи з його споживання палива (FC_{ICE}), річного проїзду (D) та відповідних імпортних цін на бензин (IGP_{year}) для кожного року, а також різні імпортні товари, пов'язані з технічним обслуговуванням автомобілів (M_{ICE}). Облік поточного імпорту через наявність автомобіля на базі ДВЗ вимагає поточного оцінювання усіх майбутніх цін на імпорт з дисконтинуючим фактором DF_t . Рівняння 3.2 детально описує склад імпортних витрат, пов'язаних з одним автомобілем на основі ДВЗ (I_{ICE}).

$$I_{ICE} =$$

$$= \underbrace{IP_{ICE}}_{\text{Імпорт авто}} + \underbrace{\sum_{t=1}^{\text{Протяжність життя авто}} IGP_t * FC_{ICE} * D * DF_t}_{\text{Імпорт палива}} + \underbrace{\sum_{t=1}^{\text{Протяжність життя авто}} (M_{ICE})_t * DF_t}_{\text{Імпорт товарів підтримки}} \quad (3.2)$$

Питання, на яке намагалися відповісти в цьому розділі, полягає в тому, який вплив може мати гіпотетичний сценарій, коли імпортні автомобілі на базі ДВЗ будуть замінені імпортними електромобілями на торговельний баланс країни. Чистий вплив можна віднести до трьох основних факторів [19].

1) Зміни в імпорті автомобілів - Заміна імпортного автомобіля на інший з більш високою імпортною ціною збільшує загальний імпорт, сприяючи загальному дефіциту торгового балансу. Зворотний факт справедливий і в тому, що більш дешевий замінник впливає на сальдо торгового балансу.

2) Зміни в імпорті бензину - Оскільки EV використовує вітчизняні джерела енергії, тоді як автомобіль, що базується на ДВЗ, покладається виключно на імпортне паливо, замінюючи автомобіль на базі ДВЗ на EV зменшує необхідний щорічний імпортний бензин на стільки ж, наскільки автомобіль на основі ДВЗ потребує.

3) Зміни в імпорті, пов'язаному з технічним обслуговуванням автомобілів - Заміна імпортного автомобіля на інший з більш високими

вимогами до обслуговування може призвести до збільшення загального імпорту товарів, що стосуються технічного обслуговування автомобілів, що сприяє загальному дефіциту торгового балансу. Зворотне також вірно в тому, що заміна з меншими вимогами до обслуговування може впливати на сальдо торгового балансу.

3.3.3 Імпорт, пов'язаний з обслуговуванням

Передбачається, що імпорт, пов'язаний з обслуговуванням, не зміниться для будь-якого замінника EV. Перепишучи рівняння 3.2 для EV, таким чином, виникає вартість імпорту одного EV (I_{EV}), як видно з рівняння 3.3.

$$I_{EV} = \underbrace{IP_{EV}}_{\text{Імпорт авто}} + \underbrace{\sum_{t=1}^{\text{Протяжність життя авто}} (M_{EV})_t * DF_t}_{\text{Імпорт товарів підтримки}} \quad (3.3)$$

Як і в попередніх розділах, передбачається, що ціни на імпортовані EV зазвичай більші, ніж на аналоги на ДВЗ. Отже, віднімання рівняння 3.2 дає чистий вплив на торговельний баланс (ТВІ), викликаний заміною; надлишок (якщо позитивний) або дефіцит (якщо негативний), як видно з рівняння 3.4.

$$\begin{aligned} I_{ICE} &= IP_{ICE} + \sum_{t=1}^{\text{Протяжність життя авто}} IGP_t * FC_{ICE} * D * DF_t + \sum_{t=1}^{\text{Протяжність життя авто}} (M_{ICE})_t * DF_t - \\ &\quad - \left(IP_{EV} + \sum_{t=1}^{\text{Протяжність життя авто}} (M_{EV})_t * DF_t \right) = \\ &= (IP_{ICE} - IP_{EV}) + \sum_{t=1}^{\text{Протяжність життя авто}} IGP_t * FC_{ICE} * D * DF_t \quad (3.4) \end{aligned}$$

3.3.4 Імпорт бензину

Передбачається, що ціни на бензин будуть змінюватись згідно з прогнозом з розділу 2.3, а ціни на авто на базі ДВЗ згідно з прогнозом з розділу 2.4.

Коефіцієнт дисконтування можна розписати як у рівнянні 3.5:

$$\begin{aligned}
 DF_t &= \sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t} = \\
 &= \sum_{t=1}^T X^t = X + X^2 + \dots + X^T = \frac{(1-X)}{(1-X)} * (X + X^2 + \dots + X^T) = \\
 &= \frac{X - X^2 + X^2 - X^3 + X^3 - X^4 \dots + X^{T-1} - X^T + X^T - X^{T+1}}{1-X} = \\
 &= \frac{X - X^{T+1}}{1-X} = \frac{X * (1 - X^T)}{1-X} = \frac{1}{1+r} * \frac{1 - \left(\frac{1}{1+r}\right)^T}{1 - \frac{1}{1+r}} = \\
 &= \frac{1 - (1+r)^{-T}}{1+r-1} = \frac{1 - (1+r)^{-T}}{r} \tag{3.5}
 \end{aligned}$$

Рівняння 3.4 може бути записане як рівняння 3.6.

$$TBI = (IP_{ICE} - IP_{EV}) + IGP_t * FC_{ICE} * D * \frac{1 - (1+r)^{-T}}{r} \tag{3.6}$$

Всі дані необхідні для рівняння 3.6 зведемо у табл. 3.1-3.5 [17]

Таблиця 3.1 Імпортовані у 2015р товари, що відносяться до автомобілів

Імпортовані у 2015	Кількість	Вартість всього імпорту [тис.дол]	Вартість за одиницю [тис.дол]
Автомобілі	62313 [шт.]	819959.1	13.15871573
Паливо	6238500000 [л]	3459700	0.00055457
Транспортне обладнання, деталі, частини та приладдя для легкових автомобілів	-	819700	-
Шини для легкових автомобілів	2263200 [шт.]	64477.47046	

Таблиця 3.2 Імпортовані у 2016р товари, що відносяться до автомобілів

Імпортовані у 2016	Кількість	Вартість всього імпорту [тис.дол]	Вартість за одиницю [тис.дол]
Автомобілі	87768 [шт.]	1441461.3	16.423541
Паливо	6578500000 [л]	2878900	0.00043762
Транспортне обладнання, деталі, частини та приладдя для легкових автомобілів		1441200	
Шини для легкових автомобілів	3017600 [шт.]	88200	

Таблиця 3.3 Імпортовані у 2017р товари, що відносяться до автомобілів

Імпортовані у 2017	Кількість	Вартість всього імпорту [тис.дол]	Вартість за одиницю [тис.дол]
Автомобілі	154406 [шт.]	2077000.7	13.45155466
Паливо	6663000000 [л]	3480800	0.00052241
Транспортне обладнання, деталі, частини та приладдя для легкових автомобілів		2078100	
Шини для легкових автомобілів	2914600 [шт.]	101300	

Таблиця 3.4 Імпортовані у 2018р товари, що відносяться до автомобілів

Імпортовані у 2018	Кількість	Вартість всього імпорту [тис.дол]	Вартість за одиницю [тис.дол]
Автомобілі	230043 [шт.]	2242651.5	9.7
Паливо	66780328.9 [л]	60919.71616	0.00091224
Транспортне обладнання, деталі, частини та приладдя для легкових автомобілів		2356900	
Шини для легкових автомобілів	3870132 [шт.]	133239	

Таблиця 3.5 Імпортвані у 2019р товари, що відносяться до автомобілів

Імпортвані у 2019 (січень-серпень)	Кількість	Вартість всього імпорту [тис.дол]	Вартість за одиницю [тис.дол]
Автомобілі	120384 [шт.]	1366839.9	11.354
Паливо	31772650 [л]	30436	0.00095793
Транспортне обладнання, деталі, частини та приладдя для легкових автомобілів		1413100	
Шини для легкових автомобілів	1781657 [шт.]	76921	

Середня імпортна ціна EV (IP_{EV}) може бути отримана на основі різниці цін у категоріях автомобілів. Різниці в цінах можна побачити в табл. 3.6 [20].

Таблиця 3.6 Порівняння цін на авто на базі ДВЗ та EV

Категорія	Модель	ICE імпортна ціна [USD]	Модель	EV імпортна ціна [USD]	IP_{EV}/IP_{ICE} [%]
Бюджетні	Toyota Yaris	16000	Renault Zoe	21000	131.25
Мейнстрім	WolksWagen Golf	22000	Nissan Leaf	40000	181.818182
Пікап	Mercedes GLC	52000	Mercedes EQC	96000	184.615385
Спорт	Porsche Cayman	69000	Tesla X	100000	144.927536
	Середня різниця у ціні				160.652776

3.3.5 Імпорт автомобілів

Передбачається, що імпортна ціна EV_S (IP_{EV}) - це середня різниця цін між автомобілями всіх категорій з табл. 3.6. Тому середній EV вважається на 61% дорожчим порівняно з порівнянним автомобілем на основі ДВЗ. Це показано в рівнянні 3.7.

$$\overline{IP_{EV}} = (1 + 0.61) * \overline{IP_{ICE}} \quad (3.7)$$

Середня витрата палива автомобілів на основі ДВЗ необхідна для обчислення гіпотетичних заміन EV. З автомобілів на базі ДВЗ, представлених у табл. 3.6, споживання палива та їх середнє значення введено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 Споживання палива автівками різного класу та розміру

Модель	FCice (л/км)
Toyota Yaris	0.052
WolksWagen Golf	0.055
Mercedes GLC	0.087
Porsche Cayman	0.098
Середнє використання палива	0.073

Відповідно до табл. 3.7, на середній автомобіль на базі ДВЗ потрібно 0,073 літра бензину на пробіжений км, це показано в рівнянні 17

$$\overline{FC_{ICE}} = 0.073 \text{ [л/км]} \quad (3.8)$$

Єдині параметри, що залишились для рівняння 3.4, - це річна відстань, яку потрібно проїхати, і термін служби автомобіля. Середня тривалість життя нового автомобіля оцінюється приблизно в 240 000 км (D_{\max}) [21], що, якщо припустити, що середньорічна відстань проїзду 19 000 км на рік, відповідає

кількості приблизно 13 років ($T_{average}$), або 6 років (T_{high}) для водія з більшою середньорічною дистанцією проїзду 38 000 км на рік (D_{high}). Рівняння 3.9 показує співвідношення між D_{max} , T_{max} і D_{high} , останні два з яких використовуються при розрахунках для сценаріїв імпорту, пов'язаних з автомобілем, із замінами на EV

$$T_{average} = \frac{D_{max}}{D_{average}} = \frac{240\,000 \text{ [км]}}{19\,000 \text{ [км/рік]}} = 12.6 \cong 13 \text{ років}$$

$$T_{high} = \frac{D_{max}}{D_{high}} = \frac{240\,000 \text{ [км]}}{38\,000 \text{ [км/рік]}} = 6.3 \cong 6 \text{ років} \quad (3.9)$$

Зкомпоновані параметри, необхідні для формули 3.4 були внесені у табл. 3.8.

Таблиця 3.8 Параметри для рівняння 3.4

Параметр	2015	2016	2017	2018	2019
IP_{ICE}	13 200 [USD]	16 400 [USD]	13 500 [USD]	9 700 [USD]	11 354 [USD]
IP_{EV}	21 384 [USD]	26 568 [USD]	21 870 [USD]	15 714 [USD]	18 280 [USD]
IGP	0.55457 [USD/л]	0.43762 [USD/л]	0.52241 [USD/л]	0.91224 [USD/л]	0.95793 [USD/л]
FC_{ICE}	0.073 [л/км]	0.073 [л/км]	0.073 [л/км]	0.073 [л/км]	0.073 [л/км]
Тривалість життя T	13 років 6 років	13 років 6 років	13 років 6 років	13 років 6 років	13 років 6 років
Відповідне D до тривалості життя	19 000 [км/рік] 38 000 [км/рік]	19 000 [км/рік] 38 000 [км/рік]	19 000 [км/рік] 38 000 [км/рік]	19 000 [км/рік] 38 000 [км/рік]	19 000 [км/рік] 38 000 [км/рік]

Зпрогнозовані параметри, що будуть використовуватись у обчисленнях наведені у табл. 3.9:

Таблиця 3.9 Зпрогнозовані параметри для рівняння 3.4

Параметр	2020	2021	2022
IP_{ICE}	12 565 [USD]	9 759 [USD]	12 172 [USD]
IP_{EV}	20 229 [USD]	15 712 [USD]	19 597 [USD]
IGP	0.92737 [USD/л]	0.72319 [USD/л]	0.591525 [USD/л]

3.3.6 Чистий вплив заміщення EV

Внесення параметрів табл. 3.8 до рівняння 3.4 призводить до гіпотетичного впливу заміни EV для імпортного автомобіля на основі ДВЗ, якщо використовувати зпрогнозовані у розділі 2 ціни на паливо та для процентної ставки на 8% (зпрогнозована НБУ) та 16% (подвоєне значення прогнозу) відповідно[22].

3.3.7 Опис програмного продукту

Всі обчислення проводились у програмі, що була розроблена у середовищі Microsoft Visual Studio 2015 мовою C#.

Для підрахунку впливу імплементації EV на торговельний баланс нам необхідно:

- 1) завантажити у програму файл формату .xls, натиснувши на кнопку Browse та обравши необхідний файл у діалоговому вікні;
- 2) обрати аркуш, на якому розташовані дані за допомогою випадаючого списку;
- 3) після чого натиснути на кнопку Show, щоби побачити завантажені дані.

Завантажені та виведені на екран дані зображені на рисунку 3.1

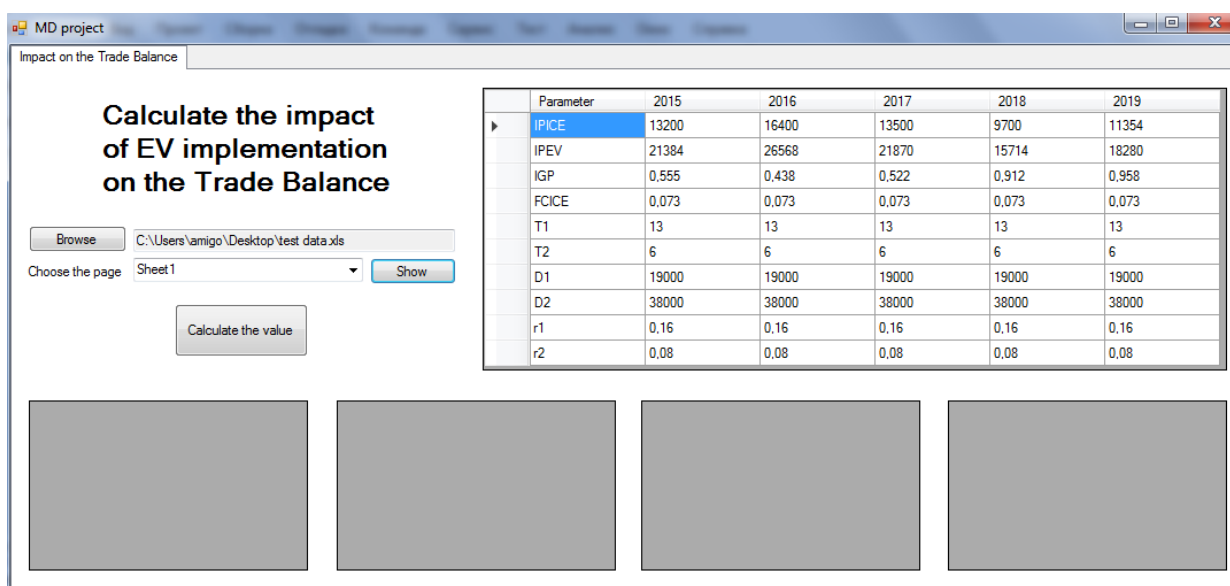


Рисунок 3.1 – Завантаження даних

- 4) для підрахунку впливу імплементації EV на торговельний баланс необхідно натиснути на кнопку Calculate the value.

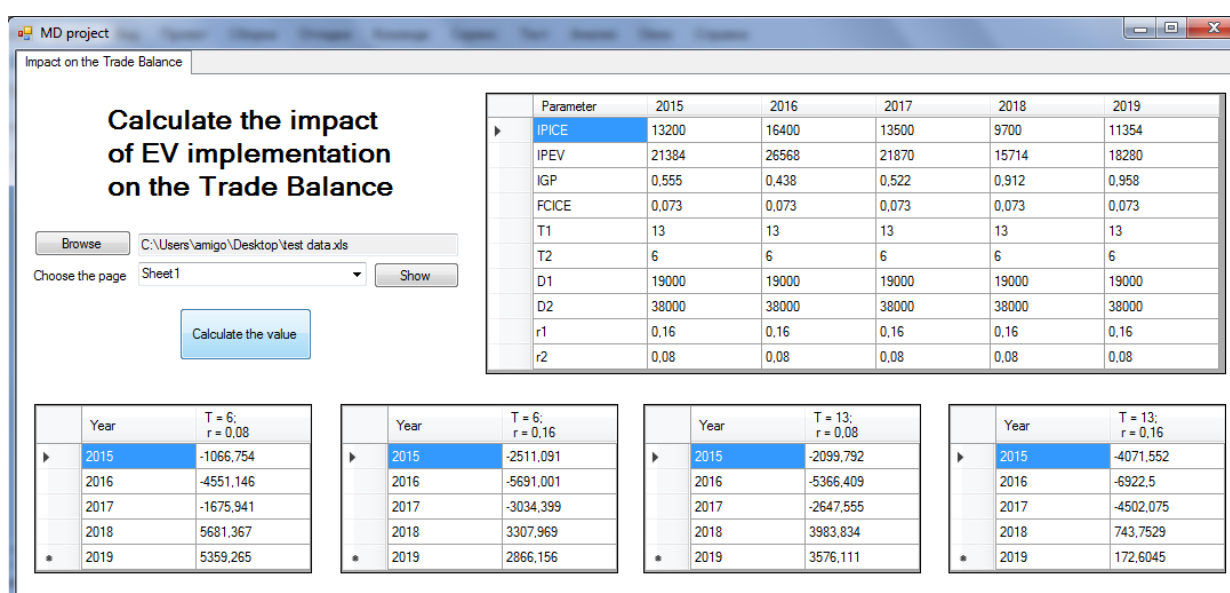


Рисунок 3.2 – Вікно результатів

3.3.8 Отримані результати

Результати впливу чистого торговельного балансу одного замінника EV можна побачити у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 Вплив заміщення автомобілів на базі ДВЗ EV

Рік	Чистий вплив на торговельний баланс T = 6 років r = 8%
2015	-1 066.754
2016	-4 551.146
2017	-1 675.941
2018	5 681.367
2019	5 359.265

Рік	Чистий вплив на торговельний баланс T = 6 років r = 16%
2015	-2 511.091
2016	-5 691.001
2017	-3 034.399
2018	3 307.969
2019	2 866.156

Рік	Чистий вплив на торговельний баланс T = 13 років r = 8%
2015	-2 099.792
2016	-5 366.409
2017	-2 647.555
2018	3 983.834
2019	3576.111

Рік	Чистий вплив на торговельний баланс T = 13 років r = 16%
2015	-4 071.552
2016	-6 922.5
2017	-4 502.075
2018	743.7529
2019	172.6045

У табл. 3.10 показано, як більш високі ставки дисконтування та/або тривалість життя автомобілів негативно впливають на торговельний баланс, оскільки зменшення майбутнього імпорту бензину за рахунок однієї заміни на EV важить в даний час набагато менше порівняно з початковою ціною імпорту EV_s.

3.3.9 Необхідна ціна на EV

Табл. 3.11 ефективно показує, наскільки нижчою/вищою має бути ціна на імпорт EV, щоб вона мала нульовий вплив на торговельний баланс. Перепиання рівняння 3.4 для виділення рівня імпортової ціни на EV, показано у рівнянні 3.10.

$$TBI = 0 = (IP_{ICE} - IP_{EV}) + IGP_t * FC_{ICE} * D * \frac{1 - (1 + r)^{-T}}{r}$$

$$\rightarrow IP_{EV} = IP_{ICE} + IGP_t * FC_{ICE} * D * \frac{1 - (1 + r)^{-T}}{r} \quad (3.10)$$

Необхідна ціна на EV для відсутності впливу на торговельний баланс. Відповідні значення імпортих цін на EV за роки з табл. 3.10 наведені у табл. 3.11.

Таблиця 3.11 Необхідна ціна на EV для відсутності впливу на торговельний баланс

Рік	P_{EV} T = 6 років r = 8%
2015	20 311.7639
2016	22 012.0059
2017	20 199.3665
2018	21 398.497
2019	23 638.4221

Рік	P_{EV} T = 6 років r = 16%
2015	18 868.4584
2016	20 873.0706
2017	18 839.7395
2018	19 024.3314
2019	21 145.3453

Продовження таблиці 3.11

Рік	P_{EV} T = 13 років r = 8%
2015	19 279.5128
2016	21 197.4402
2017	19 230
2018	19 700.4954
2019	23 638.4221

Рік	P_{EV} T = 13 років r = 16%
2015	17 309.2362
2016	19 642.6636
2017	17 370.938
2018	16 459.4887
2019	21 145.3453

Отже, що цікавить, це сформувати уявлення про те, як зміниться торговельний баланс, якщо замінити імпортом EV фіксований відсоток імпортих автомобілів на основі ДВЗ, оскільки придбаний EV може призвести до зниження імпорту бензину протягом усього його життя.

3.3.10 Сценарії імпорту EV

Загальний обсяг імпорту автомобілів за даний рік вже був сформульований у рівнянні 3.1, але його слід доповнити для врахування наявності EV в автопарку, як видно з рівняння 3.11.

$$TI = \underbrace{\sum_{N_{cars}-N_{EV}} \overline{IP_{ICE}} + \sum_{N_{EV}} \overline{IP_{EV}}}_{\text{Імпортовані авто}} + \underbrace{IGP * (N_{GAS} * \frac{F_{ICE}}{F_{INIT}})}_{\text{Імпортоване паливо}} + \underbrace{M_{ICE}}_{\text{Імпорт товарів підтримки}} \quad (3.11)$$

Річні витрати на імпорт товарів, що відносяться до авто з імплементацією EV

У рівнянні 3.11 загальний імпорт щороку залишається по суті розділеним на три ті самі умови імпортової вартості, що і раніше; придбані машини, імпорт бензину та вартість обслуговування.

Куплені автомобілі розділені на два види, один - автомобілі EV, а другий - автомобілів на базі ДВЗ.

Кількість імпортного бензину за даний рік ґрунтується на кількості бензину, що імпортується в початковому році (N_{GAS}), враховується на скільки кількість автомобілів на основі ДВЗ (F_{ICE}) зросла з того самого року (F_{INIT}).

Як було зазначено раніше, вартість технічного обслуговування, як передбачається, залишатиметься однаковою для будь-якого впровадження EV.

Кількість EV, що присутні у автопарку (F_{EV}) у рівнянні 3.11, спочатку дорівнює нулю, але накопичується з роками у міру імпортування нових EV (N_{EV}). Це продемонстровано у рівнянні 3.12.

Кількість нових EV є часткою від кількості автомобілів на основі ДВЗ, які були б імпортовані (N_{CARS}), залежно від так званої швидкості впровадження (IR) EV, яка передбачається фіксованою в розрахунках для певного сценарію, але змінюється між сценаріями. Виведення N_{EV} показано в рівнянні 3.12.

$$N_{EV} = IR * N_{CARS} \quad (3.12)$$

Необхідно зробити припущення для вирішення певних проблем, знайдених у рівнянні 3.11. Наприклад, передбачається, що кожен імпортний транспортний засіб - це легковий автомобіль, який купується та вживається негайно для заміни існуючого автомобіля на базі ДВЗ. Передбачається, що автомобілі на основі ДВЗ, які вже є у парку легкових автомобілів, списуються на 90% від норми щорічно ввезених автомобілів, підтримуючи та розширюючи пасажирський парк на 10% від кількості автомобілів, що ввозяться щорічно за кожним сценарієм. EV не списуються, оскільки передбачається, що кожен сценарій починається з відсутності EV у автопарку та закінчується до того, як пройде середній термін експлуатації електромобілів (з великими річними дистанціями водіння).

На початку кожного сценарію український парк легкових автомобілів (F_{INIT}) складається з 7 000 000 автомобілів [23]. Щодо цін на імпортний бензин

(IGP), то у рівнянні будуть використовуватись спрогнозовані значення із розділу 2.

Кожен сценарій є унікальним поєднанням сформованих обставин початкового року, та чотирьох різних рівнів впровадження EV. Цифри показують вплив заміни імпорту автомобілів на основі ДВЗ на EV протягом 3-річного періоду, припускаючи однакові характеристики імпорту щороку, як в рік початку.

Сценарій 1. З приростом автомобільного парку 10%, без імплементації EV. Результати розрахунків наведено у табл. 3.12 та на рисунку 3.3.

Таблиця 3.12. Динаміка зміни імпортованої вартості авто та палива для сценарію 1

	2018		2019		2020	
Авто мобілі	230 043 [шт.] 9 700 [USD]	2.243 млрд. USD	253 047 [шт.] 11 354 [USD]	2.873 млрд. USD	278 351 [шт.] 12 565 [USD]	3.498 млрд. USD
Паливо	66 780 328.9 [л] 0.91224 [USD/л]	0.0609 млрд. USD	67 021 736.9 [л] 0.95793 [USD/л]	0.0642 млрд. USD	67 287 288 [л] 0.92737 [USD/л]	0.0624 млрд. USD

	2021		2022	
Авто мобілі	306 186 [шт.] 9 759 [USD]	2.988 млрд. USD	336 804 [шт.] 12 172 [USD]	4.099 млрд. USD
Паливо	67 581 692 [л] 0.72319 [USD/л]	0.0489 млрд. USD	67 915 594 [л] 0.591525 [USD/л]	0.0402 млрд. USD

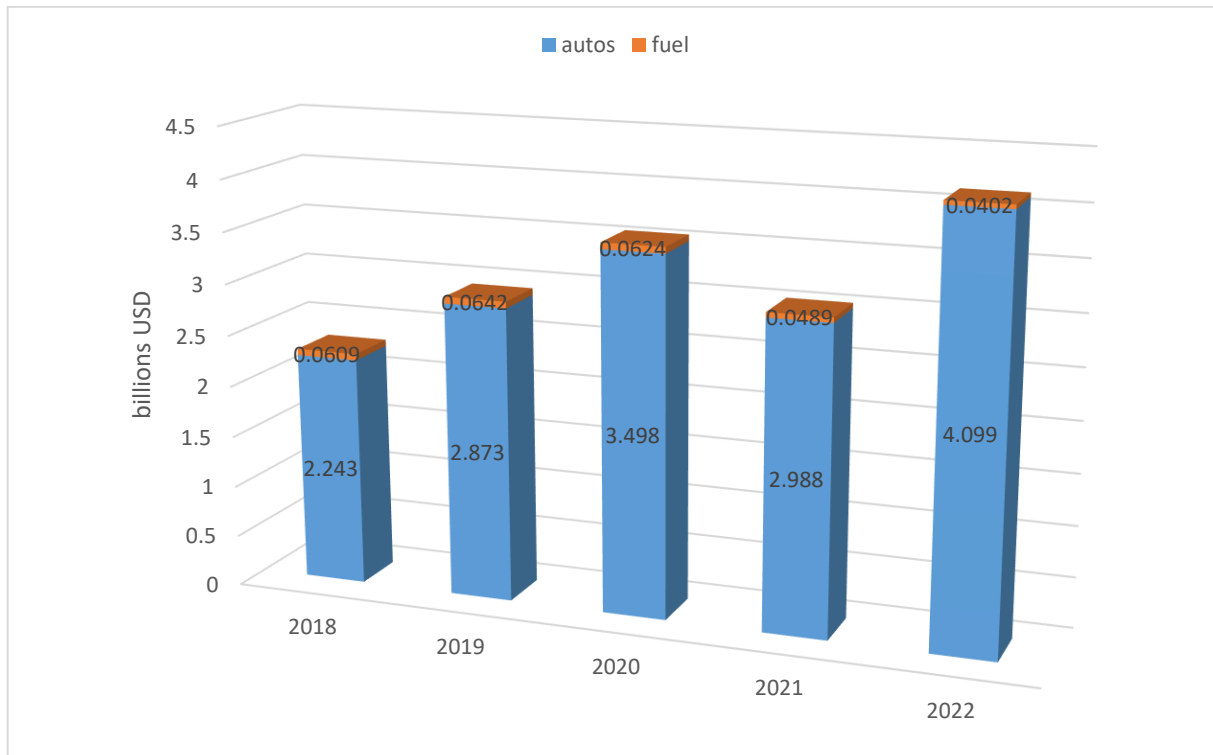


Рисунок 3.3 - Динаміка зміни імпортованої вартості авто та палива для сценарію 1

За сценарієм 1 на 2022 рік ціна імпортованих авто зросте майже у 2 рази, в основному через збільшення середньої ціни за 1 імпортований автомобіль.

Сценарій 2. З приростом автомобільного парку 10%, з імплементацією EV у 20%. Результати розрахунків наведено у табл. 3.13 та на рисунку 3.4.

Таблиця 3.13. Динаміка зміни імпортованої вартості авто та палива для сценарію 2

	2018		2019		2020	
Авто мобілі	230 043 [шт.] 9 700 [USD]	2.243 млрд. USD	253 047 [шт.]	3.224 млрд. USD	278 351 [шт.]	3.9221 млрд. USD
			202 438 [шт. ICE]		222 680 [шт. ICE]	
			50 609 [шт. EV]		55 570 [шт. EV]	
			11 354 [USD ICE]		12 565 [USD ICE]	
			18 280 [USD EV]		20 229 [USD EV]	

Продовження таблиці 3.13

Паливо	66 780 328.9 [л] 0.91224 [USD/л]	0.0609 млрд. USD	66 538 918 [л] 0.95783 [USD/л]	0.0637 млрд. USD	66 273 848 [л] 0.92737 [USD/л]	0.0615 млрд. USD
---------------	-------------------------------------	------------------------	---	------------------------	---	------------------------

	2021		2022	
Авто мобілі	306 186 [шт.] 244 949 [шт. ICE] 61 237 [шт. EV] 9 759 [USD ICE] 15 712 [USD EV]	3.35261 млрд. USD	336 804 [шт.] 269 443 [шт. ICE] 67 361 [шт. EV] 12 172 [USD ICE] 19 597 [USD EV]	4.59973 млрд. USD
Паливо	65 981 750 [л] 0.72319 [USD/л]	0.0477 млрд. USD	65 645 063 [л] 0.591525 [USD/л]	0.0388 млрд. USD

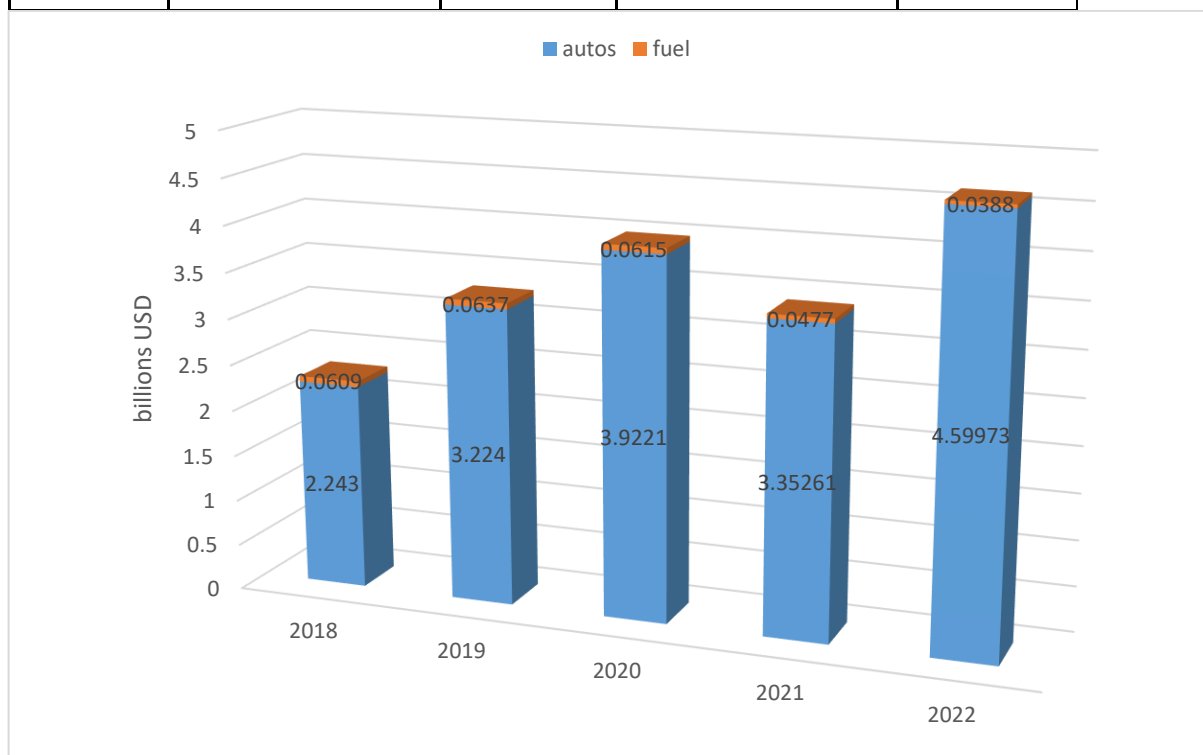


Рисунок 3.4 - Динаміка зміни імпортованої вартості авто та палива для сценарію 2

За сценарієм 2 на 2022 рік ціна імпортованих авто також зросте у 2 рази. Але при цьому 3,3 % автопарку України на 2022 рік будуть становити електромобілі.

Сценарій 3. З приростом автомобільного парку 10%, з імплементацією EV у 50%. Результати розрахунків наведено у табл. 3.14 та на рисунку 3.5.

Таблиця 3.14. Динаміка зміни імпортованої вартості авто та палива для сценарію 3

	2018		2019		2020	
Авто мобілі	230 043 [шт.] 9 700 [USD]	2.243 млрд. USD	253 047 [шт.] 126 524 [шт. ICE] 126 523 [шт. EV] 11 354 [USD ICE] 18 280 [USD EV]	3.74782 млрд. USD	278 351 [шт.] 139 176 [шт. ICE] 139 175 [шт. EV] 12 565 [USD ICE] 20 229 [USD EV]	4.56412 млрд. USD
Паливо	66 780 328.9 [л] 0.91224 [USD/л]	0.0609 млрд. USD	65 814 704 [л] 0.95793 [USD/л]	0.0631 млрд. USD	64 733 436 [л] 0.92737 [USD/л]	0.06003 млрд. USD

	2021		2022	
Авто мобілі	306 186 [шт.] 153 093 [шт. ICE] 153 093 [шт. EV] 9 759 [USD ICE] 15 712 [USD EV]	3.89943 млрд. USD	336 804 [шт.] 168 402 [шт. ICE] 168 402 [шт. EV] 12 172 [USD ICE] 19 597 [USD EV]	5.34996 млрд. USD
Паливо	63 565 028 [л] 0.72319 [USD/л]	0.04597 млрд. USD	62 279 774 [л] 0.591525 [USD/л]	0.0368 млрд. USD

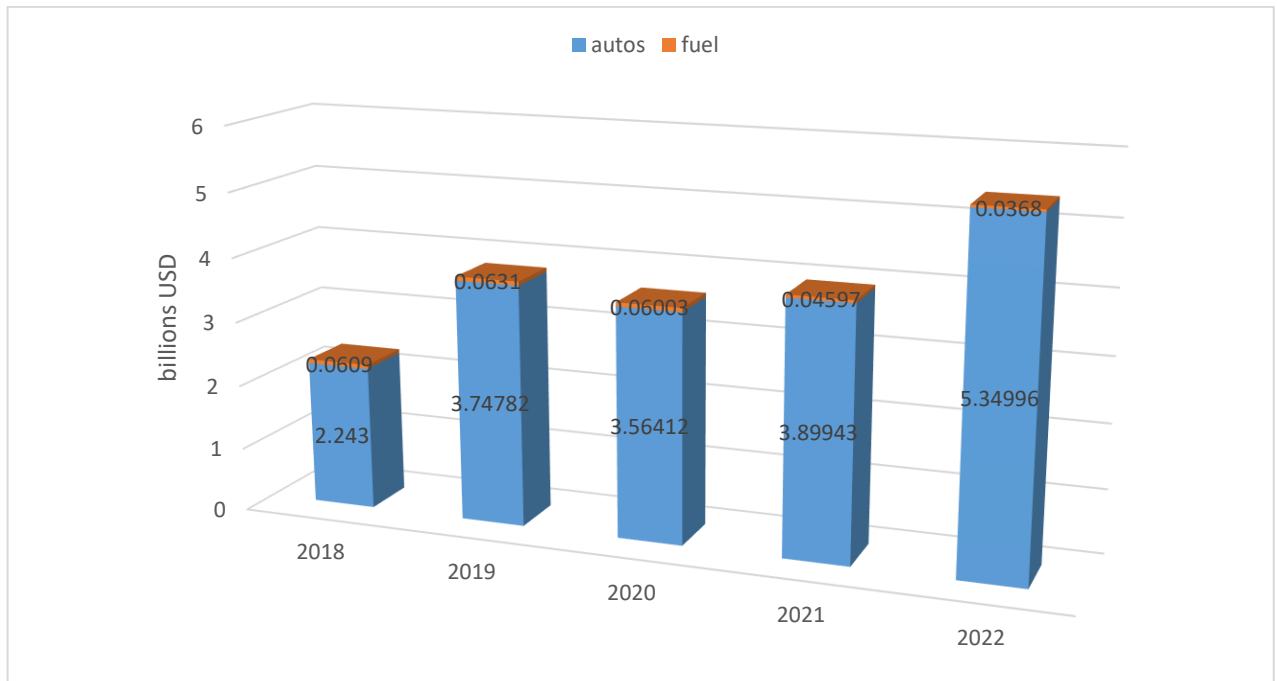


Рисунок 3.5 - Динаміка зміни імпортованої вартості авто та палива для сценарію 3

За сценарієм 3 на 2022 рік ціна імпортованих авто зросте у майже 2.5 рази. Але при цьому 8,3 % автопарку України на 2022 рік будуть становити електромобілі.

Сценарій 4. З приростом автомобільного парку 10%, з імплементацією EV у 80%. Результати розрахунків наведено у табл. 3.15 та на рисунку 3.6.

Таблиця 3.15. Динаміка зміни імпортованої вартості авто та палива для сценарію 4

	2018		2019		2020	
Авто мобілі	230 043 [шт.] 9 700 [USD]	2.243 млрд. USD	253 047	4.275	278 351	5.203
			[шт.]	млрд.	[шт.]	млрд.
			50 609	USD	55 570	USD
			[шт. ICE]		[шт. ICE]	
			202 438		222 680	
			[шт. EV]		[шт. EV]	
			11 354		12 565	
			[USD ICE]		[USD ICE]	
			18 280		20 229	
			[USD EV]		[USD EV]	

Продовження таблиці 3.15

Паливо	66 780 328.9 [л] 0.91224 [USD/л]	0.0609 млрд. USD	65 090 786.6 [л] 0.95783 [USD/л]	0.0624 млрд. USD	63 234 293.4 [л] 0.92737 [USD/л]	0.0586 млрд. USD
---------------	-------------------------------------	------------------------	---	------------------------	---	------------------------

	2021		2022	
Авто мобілі	306 186 [шт.] 61 237 [шт. ICE] 244 949 [шт. EV] 9 759 [USD ICE] 15 712 [USD EV]	5.878 млрд. USD	336 804 [шт.] 67 361 [шт. ICE] 269 443 [шт. EV] 12 172 [USD ICE] 19 597 [USD EV]	6.1 млрд. USD
Паливо	61 184 137 [л] 0.72319 [USD/л]	0.0443 млрд. USD	58 940 318 [л] 0.591525 [USD/л]	0.0349 млрд. USD

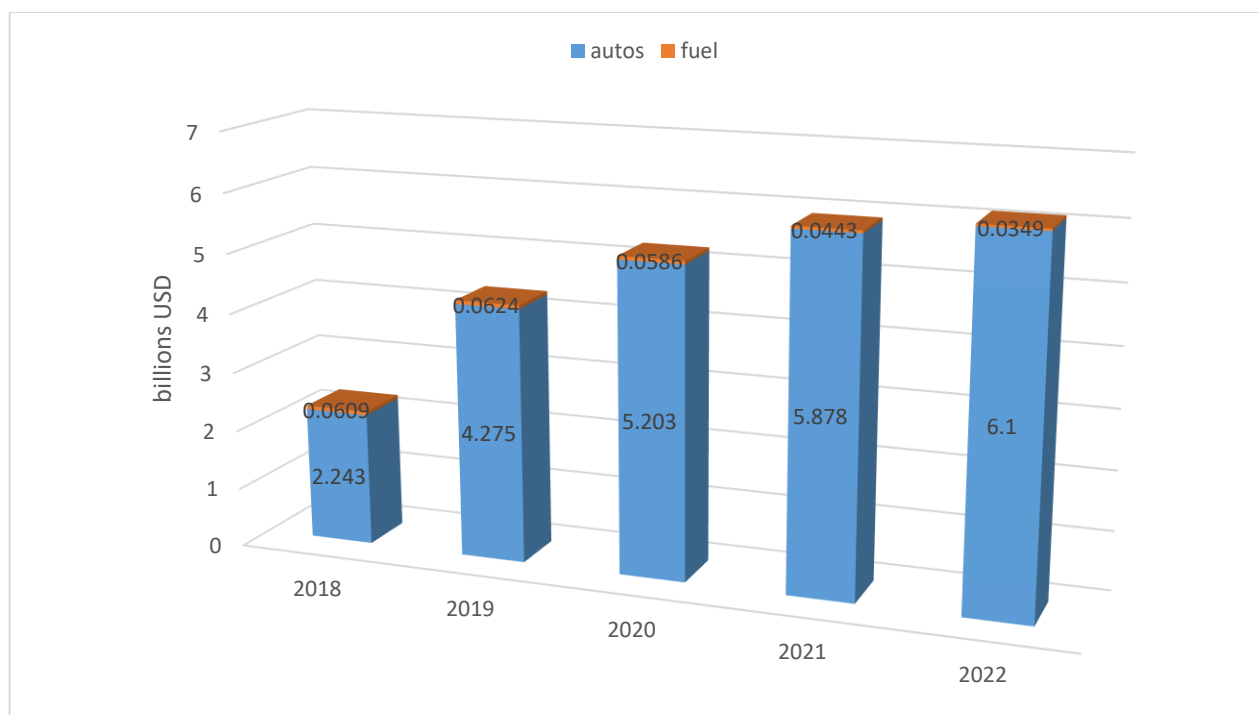


Рисунок 3.6 - Динаміка зміни імпортованої вартості авто та палива для сценарію 4

За сценарієм 4 на 2022 рік ціна імпортованих авто зросте у майже 2.7 рази. Але при цьому 13,3 % автопарку України на 2022 рік будуть становити електромобілі.

3.4 Вплив електромобілів на потребу у паливі

Базуючись на розрахунках з розділу 3.3 складемо зведену табл. 3.16 за кількістю імпортованого палива за сценаріями.

Таблиця 3.16. Кількість імпортованого палива за сценаріями 1-4

#	Сценарій	2018	2019	2020	2021	2022
1	Приріст автопарку 10%, без імплементациї EV	66 780 328.9 [л]	67 021 736.9 [л]	67 287 288 [л]	67 581 692 [л]	67 915 594 [л]
2	Приріст автопарку 10%, з імплементациєю EV у 20%	66 780 328.9 [л]	66 538 918 [л]	66 273 848 [л]	65 981 750 [л]	65 645 063 [л]
3	Приріст автопарку 10%, з імплементациєю EV у 50%	66 780 328.9 [л]	65 814 704 [л]	64 733 436 [л]	63 565 028 [л]	62 279 774 [л]
4	Приріст автопарку 10%, з імплементациєю EV у 80%	66 780 328.9 [л]	65 090 786.6 [л]	63 234 293.4 [л]	61 184 137 [л]	58 940 318 [л]

З таблиці видно, що якщо не запроваджувати електромобілі, то потреба у паливі буде невпинно рости, збільшуючи потребу щороку на 0,5%. Звісно, це виглядає як крапля у морі, проте за роки ця крапля настільки виросла, що

змусила стурбовано задуматись весь світ, адже запаси нафти вичерпні.

Оскільки наразі, за даним 2018 року, відсоток імплементації електромобілів становить 2.5%, то за нинішній сценарій будемо брати Сценарій 1.

Розрахуємо у табл. 3.17 відсоткове скорочення потреби у паливі для сценаріїв 2-4 у порівнянні зі сценарієм 1.

Таблиця 3.17. Відсоткове скорочення потреби у паливі для сценаріїв 2-4 у порівнянні зі сценарієм 1

Сце- нарій	2019	2020	2021	2022
1	100%	100%	100%	100%
2	-0.72 %	-1.51%	-2.37%	-3.34%
3	-1.8%	-3.8%	-5.94%	-8.3%
4	-2.88%	-6.02%	-9.47%	-13.22%

Побудуємо рисунок 3.7 для більш наглядної презентації даних.

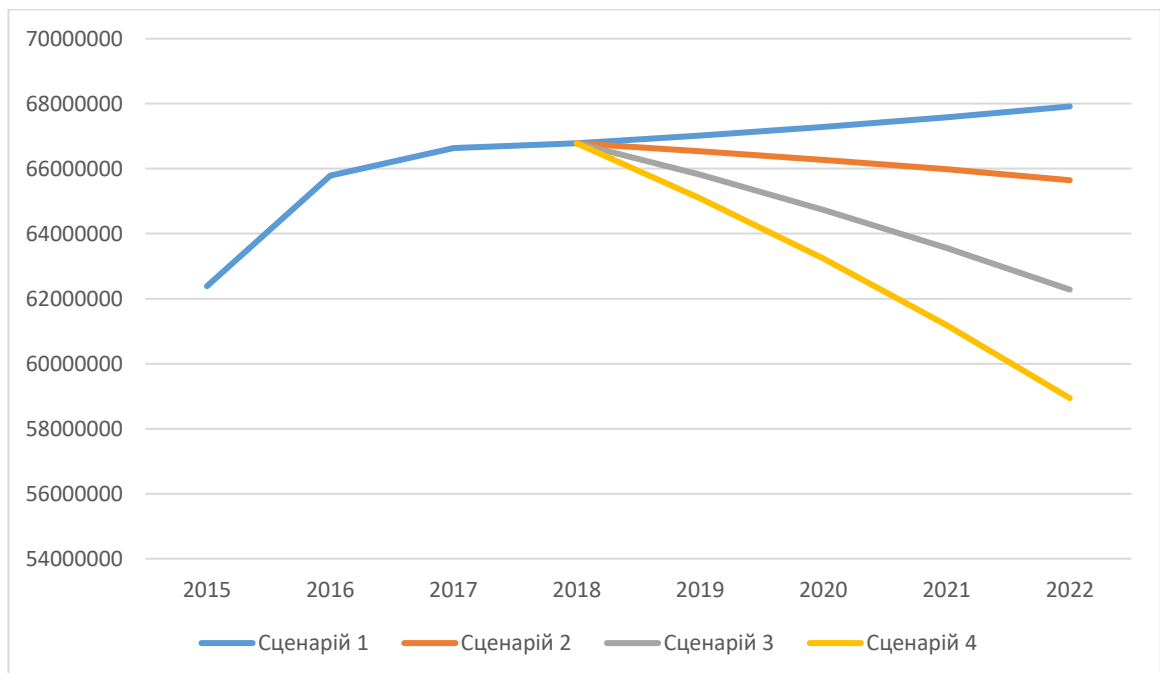


Рисунок 3.7 - Динаміка зміни імпортованої вартості палива для сценаріїв 1-4

Таким чином, впроваджуючи електромобілі, людство може уникнути вичерпання ресурсів нафти, стабілізуючи (припиняючи невпинний ріст потреби в нафті), завдяки імплементації електромобілів у розмірі 10% від імпорту, або ж навіть щороку зменшувати потребу у паливі на 3-5% за допомогою імплементації електромобілів у розмірі 80% від усього імпорту.

3.5 Висновки до розділу 3

В даному розділі було проведено багатогранний аналіз впливу імплементації електромобілів на економіку України та на сталий розвиток.

Було визначено, що для кінцевого споживача використання електромобіля як місцевого транспорту є дуже вигідним. Так, вартість одного кілометра сягає 3.35 грн.

Щодо впливу на електромережу, то імплементація електромобілів у обсязі, що не перевищить 50% загальної кількості автомобілів в Україні вбачається позитивний вплив для вирівнювання навантажень. А оскільки навіть при імплементації у 80% електромобілів від усього імпорту, загальна кількість електромобілів через 3 роки буде 13% від загальної кількості легкових автомобілів, то негативний вплив на електромережу не загрожує Україні.

Було розраховано, що вартість 1 електромобіля наразі перевищує вартість автомобіля на базі ДВЗ майже у 1,5 рази. Проте це може бути змінено у меншу сторону за рахунок здешевлення найбільш вартісної частини електромобіля – аккумулятора, що прогнозується в майбутньому.

Оцінюючи вплив на торговельний баланс, було помічено, що якби у 2015-2017 роках відбулося повне заміщення автомобілів на базі ДВЗ автомобілями EV, то це б призвело до негативного впливу (дефіциту) на торговельний баланс. Проте у 2018-2019 роках, це призвело б до позитивного

впливу, дозволяючи імпортувати додаткову допоміжне приладдя для електромобілів, наприклад, як зарядні станції.

Було розглянуто 4 сценарії імплементації електромобілів в Україні:

- 1) без частки електромобілів в імпорті;
- 2) з часткою 20% електромобілів у імпорті;
- 3) з часткою 50% електромобілів у імпорті;
- 4) з часткою 80% електромобілів у імпорті.

Сценарії 2-3 показали позитивні результати впливу на потребу у паливі. Однак сценарій 1 показав невпинний ріст цієї потреби. Що негативно впливатиме на сталий розвиток.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1 Опис ідеї

В межах даного підрозділу послідовно проаналізовано та подано у вигляді таблиць наступні пункти:

- зміст ідеї;
- можливі напрямки застосування;
- основні вигоди, що може отримати користувач товару (за кожним напрямом застосування);
- чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників;

Перші три пункти подано у вигляді таблиці (Таблиця 4.1) і дають уявлення про зміст ідеї та потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Надання застосунку для розрахунку впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України.	Контроль збереження торгового балансу	Контроль збереження торгового балансу, допомагає своєчасно приймати необхідні міри
	Отримання інформації про позитивний/негативний сценарій розвитку	Вчасне попередження негативного сценарію розвитку

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів передбачає:

- визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- визначення попереднього кола конкурентів, проектів-конкурентів, товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку;
- збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів.

Відповідно до визначеного вище переліку проводиться порівняльний аналіз показників: гірші значення (W, слабкі); аналогічні (N, нейтральні) значення; кращі значення (S, сильні).

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї стартап-проекту “Застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України” наведено у Таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			Х-ка
		Мій проект	Конк. 1	Конк 2	
1	Форма виконання	Десктопний застосунок	Консольний застосунок	Web застосунок	S
2	Собівартість	Низька	Низька	Низька	N
3	Точність результатів	Середня	Велика	Низька	N
4	Наявність інтернету	Ні	Ні	Так	W
5	Кросплатформеність	Так	Так	Так	N
6	Складність використання/ автономність	Ні	Так	Так	S

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

4.2 Технологічний аудит ідеї стартап-проекту

В межах даного підрозділу необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можливо реалізувати ідею проекту (технології створення товару).

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових:

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту;
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/добробити;
- чи доступні такі технології авторам проекту?

Технологічну здійсненність ідеї стартап-проекту “Застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України” наведено у Таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї стартап-проекту

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України	C#	Наявна	Безкоштовна, доступна
		Java	Наявна	Безкоштовна, доступна
		Python	Наявна	Безкоштовна, доступна

Обрана технологія реалізації ідеї проекту для створення застосунку для виявлення аномальної роботи операційної системи Windows обрана технологія C#, яка є безкоштовною та якою володіють розробники.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів. Спочатку проводиться аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (Таблиця 4.4).

В ході таких досліджень вивчаються особливості і перспективи розвитку попиту на конкретні товари, позиції конкурентів на ринку, їх сильні і слабкі сторони, динаміку цін і т.д. Стартап-проекту важливо знати, чи буде обсяг продажів його товарів достатнім для компенсації зусиль щодо виходу на ринок, тому важливою характеристикою ринку є його ємність, під якою розуміють максимально можливий обсяг продажу певного товару протягом року, виражений в натуральних і вартісних одиницях.

Попит на більшість товару, який визначає місткість ринку, характеризується нестабільністю. Тому кожне підприємство прагне мати достовірний прогноз попиту на свій товар. З метою стимулювання збільшення попиту на товар необхідно вивчити і проаналізувати думки і потреби споживачів певного товару.

Попередню характеристику потенційного ринку стартап-проекту “Застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України” наведено у Таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
Кількість головних гравців, од	2
Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	180000
Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	R=22%

Так як застосунок має безпосереднє відношення до роботи операційної системи та її безпечної та стабільної роботи, можна зробити висновок, що нашим сегментом ринку компанії будуть:

Таблиця 4.5 – Потенційні сегменти споживачів

Характеристика	Сегмент 1	Сегмент 2	Сегмент 3	Сегмент 4
Тип компанії	product	outsource	product	outsource
Розмір	800+	800+	21-80	21-80
Сфера	ІТ			
Ємність	6 000	4 000	20 000	120 000

Характеристику потенційних клієнтів стартап-проекту “Застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України” наведено у Таблиці 4.6.

Таблиця 4.6. – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Необхідність розуміння обстановки що вже є на ринку, або що передбачається	Аудиторія: держ. службовці Сегменти: державні структури, інвестори, що планують вкладати у розвиток електромобілів.	Для сегменту інвесторів характерне разове використання застосунку, в той час як державні структури можуть поставити його використання на автоматичний режим	Володіти вхідними статистичними даними

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають. Фактори в таблицях подають в порядку зменшення значущості.

Ринкові можливості – це сприятливі обставини, які підприємство може використовувати для отримання переваг. Слід зазначити, що можливостями з

погляду SWOT-аналізу є не всі можливості, які існують на ринку, а тільки ті, які можна використовувати.

Ринкові загрози – події, настання яких може несприятливо вплинути на підприємство.

Фактори загроз стартап-проекту “Застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України” наведено у Таблиці 4.7. Фактори можливостей стартап-проекту “Застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України” наведено у Таблиці 4.8.

Таблиця 4.7. - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Зростаюча конкуренція	Зі зростанням попиту на розробку додатків для аналізу ризиків зростає і пропозиція.	Розробляти додаток високої якості та з додатковими унікальними функціями.
2	Зміна потреб користувачів	Користувачам необхідне програмне забезпечення з іншим функціоналом	Передбачити можливість додавання нового функціоналу до створюваного ПЗ

Таблиця 4.8 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Зростаючий попит	Збільшення попиту на додаток.	Надавати високоякісні рішення, займати нішу ринку.
2	Оптимізація швидкості завантаження	Оптимізація швидкості завантаження додатка.	Оптимізація швидкості завантаження за рахунок рефакторингу, асинхронності, мінімізації файлів кінцевого веб-застосування та оптимізації стиснення зображень.
3	Зниження довіри до конкурента 1	У конкурента №1 нещодавно була знайдена помилка, завдяки якій некорректні дані були прораховані	При виході на ринок звертати увагу покупців на безпеку нашого ПЗ та авторитетність компанії

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку стартап-проекту “Застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України” наведено у Таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
1. Вказати тип конкуренції - досконала	Існує 2 компанії-конкуренти на ринку	Врахувати ціни конкурентних компаній на початкових етапах створення бізнесу, реклама (вказати на конкретні переваги перед конкурентами)
2. За рівнем конкурентної боротьби - міжнародний	Всі компанії з інших країн	Використовувати локалізацію
3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Конкуренти мають ПЗ, яке використовується лише всередині даної галузі	Створити основу ПЗ таким чином, щоб можна було легко переробити дане ПЗ для використання у інших галузях та додавати нові модулі в існуюче
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-видова	Види товарів є однаковими	Створити ПЗ, враховуючи недоліки конкурентів
5. За характером конкурентних переваг - нецінова	Вдосконалення технології створення ПЗ, щоб собівартість була нижчою	Використання менш дорогих технологій для розробки, ніж використовують конкуренти
6. За інтенсивністю - марочна	Бренди присутні	-

Після аналізу конкуренції проведено більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу		Висновки
Прямі конкуренти в галузі	Навести перелік прямих конкурентів	Існує 2 конкуренти на ринку. Найбільш схожим за виконанням є конкурент 1, так як його рішення має велику точність.
Потенційні конкуренти	Визначити бар'єри входження в ринок	Так, можливості для входу на ринок є, бо наше рішення покращує та пришвидшує роботу спеціаліста
Постачальники	Визначити фактори сили постачальників	Постачальники відсутні.
Клієнти	Визначити фактори сили споживачів	Важливим для користувача є кросплатформеність ПЗ та якість його роботи.
Товари-замінники	Фактори загроз з боку замінників	Товари-замінники можуть використати більш дешеву технологію створення ПЗ та зменшити собівартість товару.

За результатами аналізу таблиці зроблено висновок щодо принципової можливості роботи на ринку з огляду на конкурентну ситуацію. Також зроблено висновок щодо характеристик (сильних сторін), які повинен мати

проект, щоб бути конкурентоспроможним на ринку. Другий висновок враховується при формулюванні переліку факторів конкурентоспроможності. На основі аналізу конкуренції, проведеного в табл.4.10, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 4.2), вимог споживачів до товару (табл. 4.6) та факторів маркетингового середовища (табл. 4.7 – табл. 4.8) визначено та обґрунтовано перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформляється за табл. 4.11.

Таблиця 4.11 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Виконання ПЗ у вигляді зручного у користуванні десктопного застосунку	Це рішення дозволяє швидко встановлювати використовувати ПЗ на комп'ютер користувача
2	Простота інтерфейсу користувача	Інтерфейс користувача зроблений таким чином, що користувачу необхідно лише заповнити необхідні поля.
3	Наявність моделей	Це дозволить надати користувачеві інформацію, яка може спростити його роботу

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.11) проведено аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№	Фактор конкуренто-спроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з нашим підприємством						
			-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Десктопний застосунок	19			+				
2	Простота інтерфейсу користувача	16	+						

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 4.13) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 4.12). Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складено на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення. Наприклад: зниження доходів потенційних споживачів – фактор загрози, на основі якого можна зробити прогноз щодо посилення значущості цінового фактору при виборі товару та відповідно, – цінової конкуренції (а це вже – ринкова загроза).

Таблиця 4.13 - SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: простий інтерфейс користувача, достатня точність результатів	Слабкі сторони: доступно тільки однією мовою
Можливості: зростання популярності впровадження електромобілів	Загрози: конкуренція, поява несумісної версії операційної системи

На основі SWOT-аналізу розроблено альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний

оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (див. табл.4.10, аналіз потенційних конкурентів). Визначені альтернативи проаналізовано з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл.4.14).

Таблиця 4.14 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Створення застосунку для виявлення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України та прогнозування розподілу імпортованих товарів	70%	3 місяці
2	Створення застосунку для виявлення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України	50%	2 місяці

Обираємо альтернативу 1.

З означених альтернатив обирається та, для якої: а) отримання ресурсів є більш простим та ймовірним; б) строки реалізації – не набагато більші. Враховуючи, що наявність локалізації збільшить ймовірність отримання ресурсів, то обираємо перший варіант.

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Великі продуктові компанії.	Середня: велика конкуренція і можливість власних ІТ- відділів.	Високий.	Велика.	Легко.
2	Великі аутсорсові компанії	Середня.	Високий.	Велика.	Середня
3	Маленькі продуктові компанії.	Середня.	Середній.	Середня.	Середня.
4	Маленькі аутсорсові компанії	Низька. Приватні особи воліють продукт за найменшу ціну і не обов'язково якісний.	Низький.	Середня.	Важко.

Як цільові групи обрано усі чотири варіанти.

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) автори ідеї обирають цільові групи, для яких вони пропонуватимуть свій товар, та визначають стратегію охоплення ринку:

- якщо компанія зосереджується на одному сегменті – вона обирає стратегію концентрованого маркетингу;
- якщо працює із кількома сегментами, розробляючи для них окремо програми ринкового впливу – вона використовує стратегію диференційованого маркетингу;
- якщо компанія працює з усім ринком, пропонуючи стандартизовану програму (включно із характеристиками товару/послуги) – вона використовує масовий маркетинг. Для роботи в обраних сегментах ринку сформовано базову стратегію розвитку (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 - Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України	Ринкове позиціонування	Простота інтерфейсу, відсутність саме таких аналогів	Диференціації

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.17).

Таблиця 4.17 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Так	Так	Ні	Зайняття конкурентної ніші

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. Табл. 4.6), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 4.16) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.17) розробляється стратегія позиціонування (табл. 4.18), що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 4.18 - Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Швидкість і зручність роботи, відповідність результатів	Диференціації	висока точність результатів	Швидкість, легкість, точність, великі дані, аналітика, операційна система

Результатом виконання підрозділу стала узгоджена система рішень щодо ринкової поведінки стартап-компанії, яка визначає напрями роботи стартап-компанії на ринку.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримує споживач. Для цього у табл. 4.19 підсумовано результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару. Концепція товару -

письмовий опис фізичних та інших характеристик товару, які сприймаються споживачем, і набору вигод, які він обіцяє певній групі споживачів.

Таблиця 4.19 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Витратити менше часу на виявлення позитивного або негативного впливу впровадження електромобілів	Достовірний розрахунок впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс	Економія часу та зусиль
2	Можливість слідкувати за станом торгового балансу, при розробці плану імплементації електромобілів	Можливість своєчасного виявлення позитивного або негативного впливу імплементації електромобілів	Контроль торгового балансу

Розроблена трирівнева маркетингова модель товару: уточнюється ідея продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (табл. 4.20).

Таблиця 4.20 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Товар допомагає користувачам слідкувати за станом торгового балансу, при розробці плану імплементації електромобілів та розглядати розподіл імпортованих товарів в залежності від обраного сценарію		
II. Товар у реальному виконанні	Хар-ки	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1) Застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України; 2) Простота у використанні; 3) Можливість розширення	-	-
	Якість: згідно до стандарту ISO 4444 буде проведено тестування		
	Маркування відсутнє.		
III. Товар із підкріпленням	Безкоштовна версія з урізаним функціоналом		
	Постійна підтримка для користувачів		

1-й рівень - При формуванні задуму товару вирішується питання щодо того, засобом вирішення якої потреби і / або проблеми буде даний товар, яка його основна вигода. Дане питання безпосередньо пов'язаний з формуванням технічного завдання в процесі розробки конструкторської документації на виріб.

2-й рівень - Цей рівень являє рішення того, як буде реалізований товар в реальному/ включає в себе якість, властивості, дизайн, упаковку, ціну.

3-й рівень - Товар з підкріпленням (супроводом) - додаткові послуги та переваги для споживача, що створюються на основі товару за задумом і товару в реальному виконанні (гарантії якості , доставка, умови оплати та ін)

За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: ноу-хау.

Після формування маркетингової моделі товару слід особливо відмітити – чим саме проект буде захищено від копіювання. Захист може бути організовано за рахунок захисту ідеї товару (захист інтелектуальної власності), або ноу-хау, чи комплексне поєднання властивостей і характеристик, закладене на другому та третьому рівнях товару. Наступним кроком визначено цінові межі, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар, яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субституту, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 4.21). Аналіз проводився експертним методом.

Таблиця 4.21 - Визначення меж встановлення ціни

№	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	1000	1500	200000	500

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 4.22):

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 4.22 - Формування системи збуту

№	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Купують ПЗ та роблять щорічні внески для подовження ліценції	Продаж	1(через посередника)	Власна та через посередників

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 4.23).

Таблиця 4.23 - Концепція маркетингових комунікацій

№	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Купівля ліцензій на використання через інтернет повної версії	Інтернет	автоматична ідентифікація ризиків, реєстр ризиків	Показати переваги ПЗ, у тому числі і перед конкурентами	Демо-ролик із використанням

Результатом пункту 5 є ринкова (маркетингова) програма, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів, конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища, в межах якого впроваджено проект, та відповідну обрану альтернативу ринкової поведінки

4.6 Висновки до розділу

Згідно з проведеними дослідженнями:

- існує можливість ринкової комерціалізації проекту;
- існують перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження високі, але проект має одну значну перевагу перед конкурентами;
- необхідно реалізувати застосунок для визначення впливу впровадження електромобілів на торговельний баланс України за технологією C#;
- подальша імплементація є доцільною.

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

З кожним роком все більше водіїв пересідає на автомобілі, що працюють на електротязі. Попит народжує пропозицію, і в містах України розвивається електромобільна інфраструктура - з'являються спеціальні зарядні станції, пункти технічного обслуговування, а держава удосконалює законодавство, роблячи його більш дружелюбним до власників електрокарів.

Уряд активно підтримує розвиток культури електромобілів в Україні. В кінці минулого року Верховна Рада ухвалила рішення про продовження пільгового періоду на ввезення електромобілів ще на чотири роки.

В даній дисертації було проведено багатогранний аналіз впливу імплементації електромобілів на економіку України та на сталий розвиток.

Було визначено, що для кінцевого споживача вартість одного кілометра сягає 3.35 грн.

Було розраховано, що вартість 1 EV наразі перевищує вартість автомобіля на базі ДВЗ на 61%.

Для розрахунку впливу імплементації електромобілів на торговельний баланс України було розроблено програмний продукт з графічним інтерфейсом.

Було розглянуто 4 сценарії імплементації електромобілів в Україні: без частки електромобілів в імпорті, з часткою 20% електромобілів у імпорті, з часткою 50% електромобілів у імпорті та з часткою 80% електромобілів у імпорті. Сценарії 2-3 показали позитивні результати впливу на потребу у паливі. Однак сценарій 1 показав невпинний ріст цієї потреби. Що негативно впливатиме на сталий розвиток.

При виконанні подальших досліджень доцільно використати інші методи прогнозування, та використати більшу кількість параметрів імпорту товарів, що відносяться до автомобілів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Global EV Outlook 2018. URL: https://webstore.iea.Org/download/direct/1045?fileName=Global_EV_Outlook_2018.pdf
2. Crist, P. Electric Vehicles Revisited – Costs, Subsidies and Prospers. On: Seamless Transport: Making Connections. *International Transport Forum*, Leipzig, May 2012. P. 1-40.
3. International Council on Clean Transportation (2013). European vehicle market statistics – Pocketbook 2013. ICCT. Berlin.
4. Electric Vehicle Outlook 2019. URL: <https://bnef.turtl.co/story/evo2019?teaser=true>
5. European Commission (2013). EU energy in figures – statistical pocketbook, 2013. Eurostat. Bruxelles.
6. J. Todd, J. Chen, and F. Clogston, Creating the Clean Energy Economy: Analysis of the Electric Vehicle Industry, 2013. Originally from U.S. Energy Information Administration. 2012. Gasoline and Diesel Fuel Update. URL: <http://www.eia.gov/petroleum/gasdiesel/>
7. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року від 30.05.2018. *Офіційний вісник України*. 2018. № 52, С. 533, стаття 1848, код акта 90720/2018.
8. Про автомобільний транспорт: Закон України *Відомості Верховної Ради України*. 2011. № 22. С. 105.
9. Електромобілі та державна політика. URL: https://dt.ua/business/elektromobili-ta-derzhavna-politika-vrahovuyuchi-racionalnist-ukrayincivmozhna-chekati-vidchutnogo-rozvitku-rinku-elektromobiliv-i-bez-osoblivoyi-pidtrimki-z-boku-derzhavi-_html
10. Чи можливо перейти на електромобілі в українських реаліях: плюси і мінуси авто. URL: http://24tv.ua/chi_mozhlivo_pereyti_na_elektromobili_v_ukrayinskih_realiyah_pl_yusi_i_minusi_avto_n604433

11. Мапа зарядних станцій. URL: <https://www.plugshare.com/>
12. Електромобіли в Україні. URL: <https://auto.ria.com/newauto/car/electrocar/>
13. Alpha Online. Car exhaust, air pollution; combustion engines: Carbon dioxide; nitrogen gases. URL: <http://www.alphanutrition.com/environment/carsepa.htm>.
14. M. Bellis. History of electric vehicles from 1990 onwards. URL: <http://inventors.about.com/library/weekly/aacarselectric2a.htm>.
15. Tesla Motors. URL: <https://www.tesla.com/carbonimpact>
16. Бідюк, П. І., Романенко В.Д., Тимошук О.Л. Аналіз часових рядів: навчальний посібник. НТУУ «КПІ». Київ : НТУУ «КПІ», 2010. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/862>
17. Економічна статистика / Зовнішньоекономічна діяльність. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/zed.htm
18. M. Draper, E. Rodriguez, P. Kamisnky, S. Ikhlq and B. Tenderich. (2008, November 21st 2008). "Economic impact of electric vehicle adoption in the united states". URL: http://cet.berkeley.edu/dl/EV3Econ_Final.pdf.
19. K. Vigfússon, "Personal INTERVIEW," vol. Hypothetical effects of electric car implementation on trade balance, tax income and power companies, March 25 2010, 2010.
20. Ціни на нові автомобілі. URL: <https://market.autoua.net/>
21. На який пробіг варто розраховувати, купуючи вживане авто. URL: https://auto.ria.com/uk/news/first_auto/241867/na-kakoj-realnyj-probeg-stoit-rasschityvat-pokupaya-b-u-avtomobil.html
22. НБУ розраховує знизити облікову ставку до 8% URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2019/07/18/649812/>
23. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту URL: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html?PrintVersion>